



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

MATTI HANNINEN  
RAKENNUSTYÖN  
KEHITTÄMINEN

Diplomityö

TUOTTAVUUDEN

MITTAAMINEN

JA

Tarkastaja: professori Kalle  
Kähkönen  
Tarkastaja ja aihe hyväksytty  
Talouden ja rakentamisen  
tiedekuntaneuvoston kokouksessa  
4. Huhtikuuta 2014

## TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Rakennustekniikan koulutusohjelma

**HANNINEN, MATTI:** Rakennustyön tuottavuuden kehittäminen ja mittaaminen

Diplomityö, 102 sivua, 4 liitesivua

Helmikuu 2015

Pääaine: Rakennustuotanto

Tarkastaja: professori Kalle Kähkönen

Avainsanat: Rakennustyö, tuottavuus, tuottavuuden mittaaminen, tuottavuuden seuranta, tuottavuuden kehittäminen, parhaat käytännöt

Rakennusalan tuottavuuden kehittyminen on ollut heikkoa pitkällä aikavälillä. Vuodesta 1975 vuoteen 2005 rakennustuotannon kokonaistuottavuus ei ole käytännössä kasvanut lainkaan. Osasyynä tähän on tuotteen monimutkaistuminen ja alan yleinen monimutkaisuus. Tämä aiheuttaa ongelmia myös tuottavuuden mittaamiselle, joka on ensiarvoisen tärkeää tuottavuuden kehittämisen kannalta. Tutkimuksessa tuottavuuteen tutustutaan aluksi yleisellä tasolla, jonka jälkeen keskitytään rakennusalan tuottavuuteen ja sen kehittämiseen. Tuottavuutta tarkastellaan tutkimuksessa panos - tuotos- periaatteen mukaisesti. Tällöin tuottavuus syntyy tuotantoprosessissa tuotantoon sijoitetuista panoksista.

Tutkimuksen kirjallisessa osassa tuottavuutta ja sen mittaamista sekä kehittämistä tarkastellaan teoriapohjalta. Tutkimuksen empiirinen osuus toteutettiin haastatteluiden ja kyselyiden sekä työmaaseurantojen avulla. Tutkimuksen empiirisessä osassa keskityttiin YIT:n toimintaan, tuottavuusmittareihin ja niiden käytettävyyteen, tiedon ja parhaiden käytäntöjen keräämiseen ja jakamiseen, tuottavuuden mittaamiseen ja kehittämiseen toimihenkilön näkökulmasta, sekä työn tuottavuuden kehittämiseen työntekijän näkökulmasta. Tuottavuuden kehittämistä ja seuranta selvitettiin aluksi kyselyllä, joka lähetettiin jokaiselle kohdeyrityksen toimihenkilölle, jolle oli luotu käyttäjätunnukset tuottavuusmittareihin. Näiden tulosten perusteella lähdettiin työmaille haastattelemaan sekä työnjohtoa että työntekijöitä tuottavuuden seurannasta ja kehittämisestä. Työmaille tutustuttiin myös kohdeyrityksen työsaavutuksiltaan parhaan elementtiasennustyökunnan työntekoon ja selvitettiin tehokkuuden taustoja.

Tutkimuksen perusteella työn tuottavuuden seurantaan ja työmenekkitietojen keräämiseen ei ole ollut yhtenäistä tapaa, vaan jokaisella nämä asiat jäävät vain oman työmaan tietoon. Tuottavuusmittareiden avulla tätä asiaa voidaan muuttaa ja samalla kerätä ja jakaa dataa laajemmin. Tuottavuusmittareiden avulla löydettiin myös kohdeyrityksen työsaavutuksiltaan tehokkain työkunta. Kyseinen työkunta tekee elementtirungon asennuksen noin puolitoista kertaa tehokkaammin kuin keskimääräinen elementtiasennustyökunta. Työn tuottavuutta on mahdollista kehittää esimerkiksi kehittämällä myös muiden työkuntien työn tekoa vastaamaan tehokkaimman työkunnan työskentelyä. Osaaminen työn tuottavampaan tekemiseen on jo kohdeyrityksen sisällä, se vain täytyy löytää ja jakaa sekä opettaa muille.

## ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Information Technology

**Hanninen, Matti:** Measurement and Development of Productivity of Construction work

Master of Science Thesis, 102 pages, 4 Appendix pages

February 2015

Major: Construction Production

Examiner: Professor Kalle Kähkönen

Keywords: construction work, productivity, measurement of productivity, productivity monitoring, productivity development, best practice

The long term improvement of productivity has been low in construction industry. Since 1975 to 2005 the total productivity hasn't increased practically at all. Part of the reason is that the product has become more complex and industry itself is very complicated. That also causes problems for measuring the productivity which is important for the development. The beginning of this study focuses on productivity in general level slowly targeting on productivity and development of construction industry. In this study productivity is examined by input – output point of view. In this case productivity is generated in production process by the inputs which are entered into the system.

The literature study consists of theoretical base of productivity, its measurement and development. Empirical research was implemented by interviews and inquiry as well as on-site monitoring. The focus in the empirical part of the study is in productivity indicators and usability of them, measurement and development of productivity as the view of white collar worker and raising of productivity of work from the perspective of blue collar worker. Measuring and developing productivity was first examined by inquiry, which was sent to every YIT's white collar worker who has user ID's to productivity measurement system. The results of inquiry were used for making the interviews in construction sites where YIT's site foremen and workers were interviewed about monitoring and developing of productivity. There were also case studies in the construction sites where the YIT's most effective precast concrete frame workers were studied with a purpose of founding out the reasons why the effectiveness is so high.

Based on the results of this study it seems that there are numerous ways to follow up the production which makes the information gathering and sharing difficult. Productivity indicators are one possible way to unify the gathering and sharing of the productivity information. Those indicators were also used in this study to find the most effective precast concrete workers. Their way to make precast concrete frame is about one and half times faster than average way to do the same work in YIT. Know-how for best ways to do the work is already in Target Company, it just needs to be found and shared to the other workers and to other construction sites.

## ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Tampereen teknillisessä yliopistossa liittyen rakennustuotannon pääaineopintoihin. Diplomityö tehtiin YIT Rakennus Oy:n HR osastolle henkilöstön kehitystiimille. Työn aihe liittyy rakennustyön tuottavuuden mittaamiseen ja kehittämiseen.

Diplomityön aihe oli laaja ja haastava, mutta samalla myös erittäin mielenkiintoinen ja monipuolinen. Erityiskiitokset työn ohjaamisesta vastanneille YIT:n projektipäällikkö Saku Kuusistolle sekä HR Manager Jari Virsuselle, joiden kanssa työn aihe tarkentui lopulliseen muotoonsa, jotka kyseenalaistivat tutkimuksen välituloksia riittävästi ja joita ilman työ ei olisi koskaan tullut päätökseen, vaan aihe olisi jatkanut laajentumistaan loputtomasti. Lisäksi kiitokset kuuluvat ehdottomasti henkilöille, jotka vastasivat työssä tehtyyn kyselyyn, jotka oman työnsä ohessa ehtivät vastaamaan haastatteluihin, sekä erityisesti työmaaseurantojen kohteena olleille työntekijöille. Ilman teidän apuanne työ ei olisi valmistunut. Suuret kiitokset myös TTY:n rakennustekniikan laitokselle, mistä vuosien saatossa on saatu eväät tämänkin työn tekemiseen, kuten myös työn tarkastajalle professori Kalle Kähköselä.

Lisäksi haluan kiittää myös perhettäni, joka on ollut tukena ja apuna tätä työtä tehdessä ja koko opiskeluaikana. Myös ystäville Turengista ja Tampereelta täytyy kiitoksen sana esittää, aina tarvittaessa löytyi aikaa ja seuraa kun tarvitsi irtautua diplomityöstä ja nollata työn parissa vietetyt pitkät päivät ja unettomat yöt.

Tampere 14.2.2015

Matti Hanninen

# SISÄLLYS

Termit ja niiden määritelmät .....	vii
1 Johdanto .....	1
1.1 Tutkimuksen tausta .....	1
1.2 Tutkimuksen tavoitteet .....	2
1.3 Tutkimuksen rajaukset .....	3
1.4 Tutkimusraportin rakenne ja tutkimusmenetelmät .....	3
2 Tuottavuuden kehittäminen ja mittaaminen .....	5
2.1 Tuottavuus ja sen kehittäminen .....	5
2.1.1 Tuottavuuden määrittely .....	5
2.1.2 Tuottavuus ja kannattavuus .....	9
2.2 Tuottavuuden mittaaminen .....	12
3 Tuottavuuden kehittäminen rakennusosalalla .....	14
3.1 Kompleksisuus ja rakennusalan ominaispiirteet .....	14
3.2 Rakennusalan tuottavuuden kehittyminen .....	17
3.3 Rakennustyön tuottavuus ja sen mittaaminen .....	23
4 Tuottavuuden mittaaminen ja kehittäminen kohdeyrityksessä .....	27
4.1 Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen suoritus .....	27
4.1.1 Työmaiden seuranta .....	27
4.1.2 Kysely .....	28
4.1.3 Haastattelut .....	28
4.1.4 Tietomallien käyttö rakennusmiehen apuna .....	28
4.2 Kohdeyrityksen toiminnan vaikutukset tuottavuuteen .....	29
4.3 Työn tuottavuuden mittaamisen nykytila kohdeyrityksessä .....	30
4.3.1 Työnteon seuranta työmailla .....	31
4.3.2 Työvaiheiden etenemisen seuranta .....	33
4.3.3 Työmenekkitietojen kerääminen työmailla .....	34
4.3.4 Yhteenveto työn tuottavuuden mittaamisen nykytilasta .....	36
4.4 Tuottavuusmittarit .....	36
4.4.1 Yleistä tuottavuusmittareista .....	37
4.4.2 Tietojen kerääminen ja tuottavuusmittareiden käytettävyys .....	38
4.4.3 Tuottavuusmittareiden käyttökohteet .....	41
4.4.4 Yhteenveto tuottavuusmittareista .....	43
4.5 Työn tuottavuuden kehittäminen kohdeyrityksessä .....	44
4.5.1 Erikoistumisen mahdollisuudet ja haasteet .....	44
4.5.2 Työurakointikonsepti .....	45
4.5.3 Työurakointi .....	46
4.5.4 Työurakoinnin ja työnteon kehittäminen .....	49
4.5.5 Yhteenveto työn tuottavuuden kehittämisestä kohdeyrityksessä .....	55
5 Työmaaseurannat .....	57
5.1 Elementtiasennuksen nykytila tuottavuusmittareiden mukaan .....	57

5.2	Esimerkkityömaa 1.....	59
5.2.1	Työryhmä.....	59
5.2.2	Työsisältö.....	60
5.2.3	Seinäelementtiasennus .....	60
5.2.4	Korkeiden seinien elementtiasennustyö.....	61
5.2.5	Ontelolaatta-asennus .....	63
5.2.6	Ontelolaattaholvin valu.....	64
5.2.7	Ryhmän jäsenien roolit kierron aikana .....	65
5.3	Esimerkkityömaa 2.....	66
5.3.1	Työryhmä.....	66
5.3.2	Työsisältö.....	66
5.3.3	Seinäelementtiasennus .....	67
5.3.4	Välipohja-asennus.....	68
5.3.5	Valuvalmistelut.....	69
5.3.6	Holvin valu .....	70
5.3.7	Työntekijöiden roolit kierron aikana .....	70
5.3.8	Huomioita töistä.....	70
5.4	Seurattujen työmaiden vertailu .....	71
5.4.1	Esimerkkityömaiden työsisältöjen yhdenmukaistaminen.....	71
5.4.2	Erot runkojen kierrossa.....	72
5.4.3	Erot töissä .....	76
5.4.4	Elementtien asennusaikojen vertailu .....	77
5.5	Elementtiasennustyön kehittäminen .....	78
5.5.1	Elementtiasennustyössä vastaan tulleet häiriöt.....	79
5.5.2	Tehokkain tapa ja tehokkuuden taustat.....	80
5.5.3	Tehokkain tapa.....	83
5.6	Tietomallien käyttö työntekijöiden apuna.....	85
5.6.1	Tietomallien hyödyt työntekijöille.....	85
5.6.2	Toimintamalliesimerkki tietomallien käytöstä .....	87
6	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset .....	89
6.1	Tuottavuusmittarit .....	89
6.1.1	Tuottavuusmittareiden käyttöönotto .....	90
6.2	Parhaiden käytäntöjen kerääminen ja jakaminen .....	91
6.3	Työurakointi ja työurakointikonsepti .....	93
6.3.1	Työurakointikonsepti .....	94
6.4	Elementtiasennus.....	95
6.5	Työn tuottavuuden kehittäminen.....	96
6.6	Työn onnistuminen ja tulosten arviointi .....	96
6.7	Jatkotutkimukset .....	98
	Lähteet.....	99
	Liite 1: Työnjohdon haastattelupohjat .....	103
	Liite 2: Työntekijöiden haastattelupohjat .....	105

Liite 3: kohdeyrityksen toimihenkilöille tehdyn kyselyn kysymykset .....	106
--	-----

## TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

Elpo- hormit	Elpo- hormielementit ovat betonisia nousuputkistoelementtejä, joihin voidaan sijoittaa kaikki putkistot ja kaapeloinnit, joita asuinhuoneistoon tarvitaan.
Erikoisjoukot	YIT:n työntekijöiden kehitys- ja koulutusprojekti.
KTA	Keskituntiansio
Mesta	Työkohde, jossa on kaikki töiden aloitusedellytykset valmiina.
Panos	Tuotantoprosessiin käytetyt resurssit, materiaalit ja pääoma sekä muut tuotannontekijät, joiden avulla tuotos on saavutettu.
TAS	Tavoitearvionseurantajärjestelmä
TTH	Lyhenne työntekijätunnista.
Tuntityö	Kiinteällä tuntipalkalla tehtävä työ.
Tuottavuus	Tuottavuudella tarkoitetaan tässä työssä panosten ja tuotosten suhdelukua, kuten kpl/tth.
Työkunta	YIT:n omien työntekijöiden muodostama ryhmä, joka työskentelee yhdessä.
Työurakka	Omien työntekijöiden tai työkuntien tekemä urakkatyö.
Työurakointi	Ennalta sovittua, perustuntipalkasta eroavaa palkkiota vastaan tehtävä työ.
Vaihtomesta	Työkohde, jonne voidaan siirtyä varsinaisessa työkohteessa työskentelyn ollessa mahdotonta tai epäedullista.



# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Organisaation menestys riippuu yleisesti kolmesta eri tekijästä: Organisaation toiminnasta, eli siitä mitä tehdään, hankintojen ja tuotteiden hinnoista, eli siitä millä kustannuksilla tuote tehdään, sekä toiminnasta jolla panokset muutetaan tuotoksiksi, eli tuotantoprosessista. Tässä tutkimuksessa keskitytään viimeksi mainittuun kohtaan, eli tuotantoprosessiin. Tuotantoprosessin kehittäminen mahdollistaa myös tuottavuuden kehittymisen. Tuottavuuden kehittyminen puolestaan on yrityksen elinehto markkinoilla, joissa myös kilpailijat kehittävät omaa tuottavuuttaan kaiken aikaa. Ja kuten Paul Krugman, taloustieteen Nobel palkinnon voittaja on sanonut: tuottavuus ei ole kaikki kaikessa, mutta pitkällä aikavälillä se merkitsee lähes kaikkea. Tuottavuuden kehittäminen on siis erittäin tärkeää ja tuottavuuden mittaaminen on eräs sen kehitystoiminnan työkaluista. (EANCP 2005, p.12)

Rakennustuotannon kokonaistuottavuus ei ole kasvanut juuri lainkaan vuoden 1975 jälkeen, vaikka rakennusalan teollistuminen onkin nopeuttanut yksittäisiä työlajeja ja työtapoja huomattavasti. Kokonaistuottavuuteen yksi osa-alueista on työn tuottavuus, jonka mittaaminen ja kehittäminen ovat tämän tutkimuksen ydinasiaa. Työn tuottavuuden kehittämisen mahdollistaa sen mittaaminen, jonka avulla saadaan selville tuottavuuden nykytila, sekä esimerkiksi mahdolliset vahvuudet ja heikkoudet. Jotta tuottavuuden kehittäminen olisi systemaattista toimintaa, tulee koko kehitysprosessin tuottavuuden mittaamisesta työmaalla tapahtuvan toiminnan kehittämiseen olla suunnitelmallista.

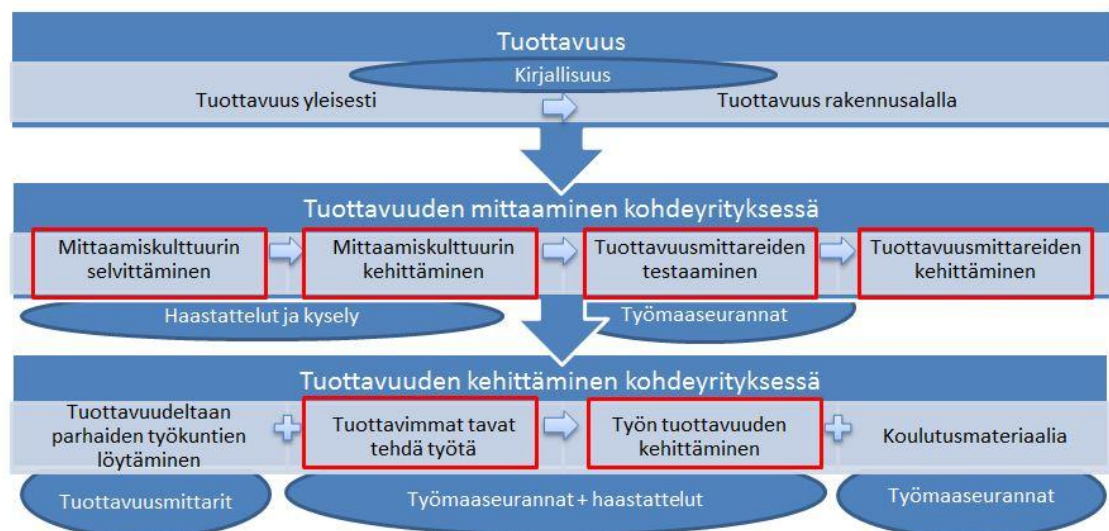
Tutkimuksen kohdeyrityksenä on YIT. YIT:n visio on olla askeleen edellä, välittäen. Tämän mahdollistamiseksi kehitystyön on oltava jatkuvaa. YIT:n tavoitteena on vahvistaa kehittämisen kulttuuria koko organisaatiossa aina ylimmästä johdosta yksittäiseen työmaalla työskentelevään työntekijään saakka. (YIT Oyj 2014)

YIT:n liiketoiminnan ydinaluetta on rakennustuotanto, joka on työntekijöistä ja heidän osaamisestaan riippuvaa toimintaa. Tutkimus tehdään YIT:n henkilöstön kehittämistiimille ja sen aihealueena on sekä työntekijöiden kehittäminen että työntekijöiden tekemän työn tuottavuuden mittaaminen ja kehittäminen. Työn tuottavuutta on mitattava, jotta tiedetään oman työn tuottavuuden taso ja oman henkilöstön, sekä oman tekemisen vahvuudet ja heikkoudet. Heikkouksien kautta saadaan tietoa esimerkiksi työntekijöiden koulutustarpeesta tai tuottavuudeltaan huonoista työskentelytavoista ja vahvuuksien selvittäminen puolestaan avaa mahdollisuuksia omien vahvuuksien jakamiseen myös muille.

Kohdeyritys on yksi Suomen suurimmista rakennusliikkeistä työllistäen tuhansia työntekijöitä ympäri Suomea. Tämä yhdessä omien vahvuuksien tunnistamisen kanssa avaa mahdollisuuksia oman toiminnan kehittämiseksi ja samalla tuottavuuden kehittämiseksi. Tuottavuutta on mahdollista kehittää esimerkiksi ottamalla käyttöön muualla hyväksi koettuja työskentelytapoja sekä kehittämällä omia heikkouksia muiden vahvuuksien mukaan. Tuottavuuden kehittämistä ei ole tarkoitus tehdä kasvattamalla työntekijöiden työtaakkaa, vaan kehittämällä toimintaa siten, että työntekijät saavat samalla työmäärällä suhteessa enemmän aikaiseksi.

## 1.2 Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteet liittyvät tuottavuuden mittaamis- ja kehittämiskulttuurin vahvistamiseen kohdeyrityksessä sekä työn tuottavuuden kehittämiseen (kuva 1). Teoriaosuuden tavoitteena on tutkia tuottavuutta, sen mittaamista ja kehittämistä yleisellä tasolla sekä rakennusalaan kohdennettuna. Tutkimuksen päätavoitteina (kuva 1) on tutkia työn tuottavuuden mittaamisen ja kehittämisen nykytilaa kohdeyrityksessä sekä testata tuottavuusmittareiden toimintaa ja kehittää yleistä toimintamallia työn tuottavuuden mittaamiseksi. Lisäksi päätavoitteena on kehittää työn tuottavuutta ja luoda käytännön työkaluja sekä tuottavuuden mittaamis- että kehittämiskulttuurin tukemiseksi.



Kuva 1: Tutkimusprosessi ja tavoitteet. Päätavoitteet ympyröitynä punaisella.

Työn tuottavuuden kehittämistä testataan tuottavuuden mittaamiseen luodun toimintamallin avulla etsittyjen, tuottavuudeltaan parhaiden työkonttien toimintaa seuraamalla. Samalla työn osatavoitteena on tuottaa materiaalia työntekijöiden koulutukseen ja levittää parhaita käytäntöjä valittujen työlaajien tuottavuuden kehittämiseksi tätä kautta.

### 1.3 Tutkimuksen rajaukset

Tutkimuksen teoriaosuudessa tutkitaan tuottavuuden mittaamista ja kehittämistä yleisellä tasolla sekä rakennusalaan kohdistettuna. Tutkimuksen empiirinen osa rajataan koskemaan kohdeyrityksen työmaan työntekijöitä ja heidän työntekoa, sekä valittuja työlajeja. Työlajit valikoituvat työn edetessä sellaisiin työlajeihin, joista on kerättyä riittävästi tietoja. Työ tulee sisältämään kohdeyrityksen sisäistä materiaalia, jota ei voi antaa ulkopuolelle. Nämä tiedot tullaan salaamaan valmiista tutkimuksesta. Työssä keskitytään tarkemmin talonrakentamisen työn tuottavuuden mittaamiseen ja sen kehittämiseen ja infra-alan työmaiden vastaavat toiminnot jätetään työn ulkopuolelle.

Tutkimuksen empiirisessä osuudessa tarkasteltava tuottavuuden mittaaminen rajataan koskemaan ainoastaan työn tuottavuuden mittaamista ja seuranta. Työn tuottavuuden mittaamista tarkastellaan toimihenkilöiden näkökulmasta työmaatason työn seurannan, työvaiheiden etenemisen seurannan ja työmenekkitietojen keräämisen kautta. Myös tuottavuuden kehittäminen rajataan koskemaan vain työn tuottavuutta. Tuottavuuden kehittämistä lähestytään työntekijöiden näkökulmasta ja sen vuoksi esimerkiksi työn tuottavuuteen vaikuttavat ohjausjärjestelmät rajataan työn ulkopuolelle.

### 1.4 Tutkimusraportin rakenne ja tutkimusmenetelmät

Tutkimus aloitetaan kirjallisuustutkimuksella, jossa etsitään tietoa tuottavuudesta sekä sen mittaamisesta ja kehittämisestä niin yleisellä tasolla kuin rakennusalaan kohdistettuna. Kirjallisuustutkimuksen jälkeen työssä tutustutaan kohdeyrityksen toimintaan ja sen tuottavuusvaikutuksiin. Tämän jälkeen tutkitaan kohdeyrityksen nykyistä toimintaa työn tuottavuuden mittaamisessa ja mahdollisuuksia sen kehittämiseen. Työn tuottavuuden mittaamista tarkastellaan aluksi työmaatason toiminnan kautta ja työn tuottavuuden mittaamiseen luodun järjestelmän kautta. Tuottavuuden mittaamisen käytäntöjä selvitetään lisäksi haastattelemalla työmailla sekä työntekijöitä että työmaatoimihenkilöitä, sekä työmaatoimihenkilöille ja kiinteille toimihenkilöille tehtävän kyselyn avulla. Tämän perusteella tuottavuuden mittausjärjestelmää pyritään kehittämään, jotta se saataisiin otettua tehokkaammin käyttöön. Haastatteluissa ja kyselyssä selvitetään myös tuottavuuden kehittämisen nykytilaa kohdeyrityksessä.

Tuottavuuden kehittämiseksi tutkimuksessa tehdään työnteon seuranta työmailla. Työnteon seuranta suoritetaan kahdelle eri työryhmälle, jotka työskentelevät toisiaan vastaavissa kohteissa. Toinen työryhmistä on mitatuilta työsaavutuksiltaan kohdeyrityksen paras ja toinen on keskitasoa edustava ryhmä. Vertailun tarkoituksena

on selvittää työn tuottavuuden eroja ja sitä mistä erot johtuvat. Seurannan perusteella etsitään tuottavimmat tavat tehdä valittua työlajia ja luoda koulutusmateriaalia tuottavimpien tapojen levittämiseksi myös muihin työryhmiin.

Seurannassa selvitetään jokaisen työntekijän jokaisessa työvaiheessa tekemät tehtävät, tehtävien limittyminen ja niiden järjestys, yksittäisten toistuvien tehtävien kestoja, sekä erilaisia tapoja tehdä yksittäisiä työtehtäviä. Toisin sanottuna työkokonaisuus jaetaan osiin, joita voi vertailla kahden seurattavan ryhmän välillä. Työmaaseuranta tapahtuu konkreettisesti työkohteessa toimintaa seuraten ja dokumentoiden.

Tutkimuksen lopuksi tutustutaan vielä kohdeyrityksen eräällä työmaalla työskentelevän aliurakoitsijan toimintaan, joka käyttää työssään tietomalleja tehokkaasti hyväkseen. Aliurakoitsijan toiminnassa oli huomioitavaa mitattu työnteon tuottavuus ja tutkimuksessa selvitetäänkin tietomallien aktiivisen käytön yhteyttä aliurakoitsijan tuottavuuteen ja mahdollisuuksia vastaavan toiminnan järjestämiseen myös kohdeyrityksen sisällä. Aliurakoitsijan toimintaan tutustutaan työmaaseurannalla, sekä sen yhteydessä tehdyillä haastatteluilla. Aiheeseen liittyen tutkimuksessa haastateltiin myös tietomalliohjelmistoa valmistavan yrityksen henkilöstä.

## **2 TUOTTAVUUDEN KEHITTÄMINEN JA MITTAAMINEN**

### **2.1 Tuottavuus ja sen kehittäminen**

European Productivity Agency'n määritelmän mukaan tuottavuus on sitä, mitä ihminen saa aikaan materiaalilla, pääomalla ja teknologialla. Tuottavuus on ennen kaikkea henkilökohtainen asenne. Se on myönteinen suhtautuminen edistykseen niin, että aina pyrkii parantamaan vallitsevaa tilannetta. Se on vakuuttuneisuutta siitä, että tänään voi tehdä paremmin, kuin eilen ja että huomenna voi tehdä paremmin kuin tänään. Se on halua parantaa nykytilaa riippumatta siitä, kuinka hyvältä se nyt vaikuttaa, tai kuinka hyvä se tosiasiallisesti on. Tuottavuudessa on kysymys jatkuvasta inhimillisen ja taloudellisen toiminnan mukauttamisesta muuttuviin olosuhteisiin. Se on valmiutta uusien teorioiden ja menetelmien jatkuvaan soveltamiseen ja käyttöönottoon. Perustana kaikelle on usko ihmisen mahdollisuuksiin parantaa vallitsevaa olotilaa. (European Productivity Agency, 1958, Stratex yrityspalvelut Oy:n mukaan)

#### **2.1.1 Tuottavuuden määrittely**

Tuottavuudella tarkoitetaan kaikessa yksinkertaisuudessaan tuotannon tulosten, eli tuotoksien (output) ja niiden aikaansaamiseksi käytettyjen panosten (input) suhdetta. Panoksina voivat toimia kaikki tuotteen valmistamiseksi käytetyt asiat kuten aika, työvoima, pääoma, energia, tieto, tai näiden yhdistelmät. Tuotoksina puolestaan voi olla esimerkiksi tuotteiden määrä, tai tuotannon arvo. Tämän määritelmän mukaan tuottavuus ilmaisee sen, kuinka tehokkaasti panoksia on tuotteen valmistamiseksi käytetty. (Rajamäki 1982. s.27)

Tuottavuus liittyy aina prosessiin, jossa panokset muutetaan tuotokseksi. Tuottavuutta itsessään ei ole sidottu erikseen mittayksiköihin, vaan sen yksikkö riippuu aina tuotoksien ja panoksien yksiköistä. Fysikaalisten yksiköiden tai määrien käyttö tuottavuuden esittämiseen on tavanomaista, mutta tuottavuuden ollessa käsitteellinen ilmiö, voidaan se esittää myös immateriaalisten mittayksiköiden avulla. (Brax 2007, s.4)

Kuten edellä mainittiin, tuottavuus liittyy prosessiin, jossa panokset muutetaan tuotoksiksi. Tuottavuus itsessään on luku, joka ilmaisee tuotannon tason. Tämän vuoksi pelkästä tuottavuuden arvosta ei ole mitään käytännön hyötyä, vaan tuottavuuden

arvioimista varten tulee olla olemassa jokin vertailuluku, johon tuottavuuden arvoa voidaan verrata. Vertailulukuna voi toimia esimerkiksi saman tuotantoyksikön aikaisemmat, tai vastaavaa tuotetta valmistavien muiden tuotantoyksiköiden tuottavuuksien arvot. (Brax 2007, s.4)

Reaalimaailmassa tuotokset tarkoittavat tuotantotulosten summaa, eli kaikkea sitä, mitä saadaan tuotannon prosessissa aikaiseksi. Panokset ovat reaalimaailmassa puolestaan tuotoksien aikaansaamiseksi käytettyjen panosten summa. Kokonaistuottavuus tarkoittaa tuottavuutta, joka koostuu kaikista tuotannon panoksista ja kaikista niiden avulla tehdyistä tuotoksista. Tällöin kokonaistuottavuus voidaan ilmaista kaavalla 1. (Maliranta et al. s. 25-26)

$$\text{Kokonaistuottavuus} = \frac{\text{Tuotoksien summa}}{\text{Panosten summa}} \quad (1)$$

Kokonaistuottavuus tarkoittaa painotettua laskelmaa siitä, kuinka hyvin jokaista tuottavuuden osatekijää, kuten työvoimaa ja pääomaa, on käytetty hyväksi, kehitetty ja johdettu lopputuloksen aikaansaamiseksi. Kokonaistuottavuus ottaa siis huomioon kaikki tuotantoprosessiin vaikuttavat asiat. Yksi tunnetuimmista kokonaistuottavuuksista lienee bruttokansantuote, joka mittaa työn volyymia suhteessa tuotokseen. ((EANCP 2005, p.14)

Kokonaistuottavuuden määrittelemiseksi tarvitaan myös rahaprosessista tietoa reaaliprosessin tietojen lisäksi. Reaaliprosessin tuottavuutta voidaankin tarkastella pääasiassa vain erilaisten osatuottavuuksien avulla, jolloin tuotos on määritelty vain yhden helposti selvitettävän panoksen avulla. Osatuottavuuksista hyvänä esimerkkinä toimii työn tuottavuus, jolloin panoksena voivat olla esimerkiksi tehdyt työtunnit tai työntekijöiden määrä. Työn tuottavuus voidaan määritellä kaavan 2 avulla. (Maliranta et al. s. 25-26)

$$\text{Työn tuottavuus} = \frac{\text{Tuotokset}}{\text{Työpanos}} \quad (2)$$

Työn tuottavuuden lisäksi muita osatuottavuuksia voivat olla esimerkiksi koneiden ja laitteiden, tai energian osatuottavuudet. Osatuottavuudet ovat helposti selvitettävissä, mutta niiden käyttöön liittyy myös ongelmia. Kun tarkastellaan vain yhden tuotannon tekijän, kuten työn, tuottavuutta, jätetään samalla kyseisen asian tuottavuuteen liittyvät ja vaikuttavat tekijät huomiotta. Esimerkiksi työn tuottavuuteen voivat vaikuttaa koneiden ja laitteiden kehittyminen tai uusiminen, jolloin työn tuottavuus näennäisesti nousee, työstä itsestään riippumattoman tekijän takia. (Maliranta et al. s. 26)

Osatuottavuudessa kokonaistuotos suhteutetaan yhteen panostekijään, jota tarkastelemalla saadaan tietoa juuri kyseisen panostekijän tuottavuudesta. Osatuottavuuksia käytetään paljon tuotannonohjaamisessa, jolloin niitä käytettäessä on opittu myös pelkän yhden panostekijän aiheuttamat puutteet kokonaisuudelle. Työpanos on kaikkein helpoimmin mitattavissa oleva panossuure, joten sitä myös käytetään eniten ja usein ainoana suurena tuottavuuden mittaamisessa. OECD:n (The Organisation for Economic Co-operation and Development) määritelmän mukaan työn tuottavuus tarkoittaa tuotoksen määrän ja panosten määrän suhdetta, eli sitä kuinka suuren määrän yksi työntekijä saa tehtyä tuotetta tietyssä ajassa. Työn tuottavuutta käytetään usein kuvaamaan useiden eri tekijöiden, kuten teknologisen kehityksen, johtamistaidon, sekä ammattitaidon ja työpanoksen yhteisvaikutusta tuottavuuteen. (Koskenvesa, Rakentajan kalenteri 2011, s.138)

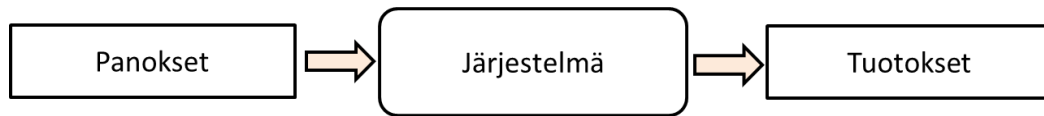
Koska tuottavuus määritellään tuotoksen ja panoksen suhteena, sen muutoksiin vaikuttavat suoraan muutokset panoksissa tai tuotoksissa. Tuottavuus kasvaa, mikäli tuotokset kasvavat suhteessa panoksien muutokseen, eli esimerkiksi tilanteissa joissa tuotokset kasvavat ja panokset pienenevät tai pysyvät ennallaan, tai panoksien määrä kasvaa, mutta tuotoksien määrä kasvaa enemmän. Myös tuotoksien määrän pienentyessä tuottavuus voi kasvaa, mikäli panokset pienenevät enemmän. (Uusi-Rauva 1996, s. 21)

Tuottavuuden kehittäminen edellyttää tuottavuusilmiön tarkastelua, analysointia ja mittaamista kaikilla lopputulokseen vaikuttavilla tasoilla. Mikäli tuottavuudessa tahdotaan saada aikaan kehitystä, on tuottavuudelle asetettava myös tavoitteet ja niitä tukevat riittävän yksinkertaiset, ymmärrettävät ja toimivat mittarit, jotka tulee ottaa käyttöön koko organisaatiossa vertailun ja yhdenmukaisuuden vuoksi. (Uusi-Rauva 1996, s. 17)

Tuottavuuden kehittäminen perustuu tuotoksien ja panoksien suhteen muuttamiseen. Tuottavuuden kehittämisen perimmäisenä tarkoituksena on saada toimintaan sijoitetuilla panoksilla aikaan mahdollisimman suuret tuotokset. Sama asia voidaan esittää myös toisin päin: pyritään saamaan vaadittavat tuotokset aikaiseksi mahdollisimman pienillä panoksilla. Tuottavuus tarkoittaa siis kykyä yhdistää panostekijät tavalla, jolla niistä saadaan mahdollisimman hyvä tuotos aikaiseksi. Tuottavuus syntyy reaali-prosessissa, jossa panoksista tehdään jonkin järjestelmän avulla tuotoksia. (Käpylä et al. 2008, s. 11-13)

Tuottavuuden kehittäminen tapahtuu kehittämällä järjestelmää, jossa panokset muuttuvat tuotoksiksi (kuva 2). Järjestelmän kehittyminen voi tapahtua esimerkiksi investoinneilla työtä helpottaviin koneisiin tai kehittämällä henkilöstön osaamista ja prosessia jossa työntekijät työskentelevät. Henkilöstön osaamisen kehittämistä on tehty muun muassa työntekijöiden erikoistumisen avulla ja töiden jaolla. Tällöin työntekijät

tuntevat omat työtehtävänsä erittäin hyvin ja samalla osaavat tehdä ne tehokkaasti. Myös teknologian kehittyminen on auttanut tuottavuuden kehittämisessä. (Käpylä et al. 2008, s. 13-14)



**Kuva 2: tuotantoprosessi**

Tuottavuutta on kehitetty lisäksi myös työtutkimuksen avulla. Työtutkimuksen tarkoituksena on ollut tehostaa työtä ja materiaalien käyttöä poistamalla kaikki ylimääräiset liikkeet ja työvaiheet, jolloin työ itsessään on mahdollisimman tehokasta. Tällä tavoin työtä on pyritty erikoistamaan, osittamaan ja mekanisoimaan mahdollisimman yksinkertaiseksi, joka puolestaan on mahdollistanut työvaiheiden koneistamisen. (Käpylä et al. 2008, s. 13-14)

Tuottavuuden kasvattamiseen on olemassa useampia tapoja, kuten tuotostehokkuuden tai panostehokkuuden kasvattaminen, tekninen tuottavuuden muuttaminen ja rakenteellinen tuottavuuden muuttaminen. Tuotostehokkuuden parantamisessa nimensä mukaan pyritään kasvattamaan tuotoksen määrää annetuin panoksin. Panostehokkuuden parantaminen puolestaan tarkoittaa tuottavuuden lisäämistä käyttämällä mahdollisimman vähän panoksia. Tekninen tuottavuuden muutos puolestaan keskittyy yksittäisen tuotteen tai palvelun valmistusprosessiin. Teknisen tuottavuuden muutoksen avulla tapahtuvan tuottavuuden kasvun tarkoituksena on kohottaa organisaation järjestelyjen, teknisten välineiden, työtapojen ja työsuoritusten taloudellista hyötysuhdetta, sekä työn inhimillistä miellyttävyyttä tieteen ja tekniikan avulla. (Uusi-Rauva 1996, s. 21 - 22)

Rakenteellinen tuottavuuden muutos tarkoittaa puolestaan sekä henkilöstöresurssien, että investointipääomien siirtoa vähemmän tuottavilta liiketoiminnan tai organisaation osa-alueilta paremmin tuottaville osa-alueille. Rakenteellinen tuottavuuden muutos on siis voimavarojen uudelleen kohdentamista. Sen keinoja ovat esimerkiksi tuote- ja palveluvalikoimien lopettaminen tai keskittäminen. Rakenteellisen tuottavuuden muutoksen tarkoituksena on luopua huonosti tuottavista tuotteista tai palveluista ja keskittyä sellaisiin, joilla saavutetaan parempi tuotos käytetyillä panoksilla. (Uusi-Rauva 1996, s. 21 - 22)



## 2.1.2 Tuottavuus ja kannattavuus

Tuottavuus on ollut talouskasvun päätekijä teollisesta vallankumouksesta saakka. Tuottavuutta kehitettiin korvaamalla työ pääomalla, eli käytännössä tuotantolinjoilla, joissa koneet tekivät ihmisten työn. Samalla ihmisten työnkuva muuttui: työvaltaiset menetelmät tuotannossa vaihtuivat osittain esimerkiksi tuotantolinjojen ja koneiden valmistamiseen ja palvelujen tuottamiseen. Uudet menetelmät tuotannossa ovat vähentäneet tarvittavan työn määrää tuotannon puolella, mutta samalla niiden luoma vauraus on luonut kysyntää uusille palveluille ja tavaroille aiheuttaen työllisyyden kasvun toisaalla. (EANCP 2005, p.14-15)

European Association of National Productivity Centres:n (jatkossa EANCP) muistiossa *High road to wealth* kerrotaan esimerkki tuottavuuden kasvun vaikutuksista henkilötasolla. Esimerkissä tehdastyöntekijä menettää työnsä, koska hänet korvataan koneella, joka tekee hänen työnsä tehokkaammin kuin hän itse. Tällöin tuottavuuden kasvulla on negatiivinen vaikutus työntekijään, koska hän menetti työnsä. Kuitenkin samaan aikaan toisessa tehtaassa toinen työntekijä sai töitä valmistaessaan ensimmäiseen tehtaaseen konetta, joka korvasi kyseisen tehtaan työntekijän. Ensimmäiseen tehtaaseen myös palkattiin uusi työntekijä uuden koneen käyttäjäksi. Koska tehdas pystyi uuden koneen avulla tekemään tuotettaan tehokkaammin, pystyttiin tuotetta myös myymään kuluttajille halvemmalla, joka puolestaan johti siihen, että asiakas sai ostettua kaupasta kyseisen tehtaan valmistaman tuotteen halvemmalla. Näin ollen asiakkaalle jäi enemmän rahaa käytettäväksi esimerkiksi ruokaostoksiin, joka puolestaan johti siihen, että ruokakauppias pystyi palkkaamaan uuden myyjän kauppaansa. Esimerkin mukaan tuottavuuden kasvulla voi olla siis sekä negatiivisia, että positiivisia vaikutuksia ihmisiin. Kokonaisuuden kannalta tuottavuuden kasvu kuitenkin on välttämätöntä ja kuten esimerkissäkin, kokonaisuudessaan tuottavuuden kasvun vaikutukset jäivät positiivisen puolella vaikka yksi työntekijä menettikin työnsä. (EANCP 2005, p.6-7)

EANPC:n muistiossa kerrotaan tuottavuuden kehittymisen sidosryhmistä, eli ihmisryhmistä, johon tuottavuuden kehittyminen vaikuttaa. Näitä sidosryhmiä ovat ainakin sijoittajat, työntekijät, kuluttajat, tavarantoimittajat, ammattiliitot ja työntekijäjärjestöt sekä työnantajajärjestöt. Tuottavuuden paraneminen vaikuttaa sijoittajiin siten, että he saavat paremman tuottavuuden kautta suuremman vastineen sijoituksilleen. Kuluttajat hyötyvät tuottavuuden kasvusta kuluttajahintojen laskun myötä. Tavarantoimittajat taas pystyvät suurempien toimitusmäärien kautta kehittämään omaa tuotettaan ja tuotantoaan paremmiksi, eli kehittämään omaa tuottavuuttaan paremmaksi. Tuottavuuden kasvu kansallisella tasolla auttaa ammattiliittoja ja työntekijäjärjestöjä kansantalouden paranemisen kautta. Kansantalouden kasvaessa syntyy uusia työpaikkoja, vaikka yksittäiset henkilöt työnsä menettäisivätkin.

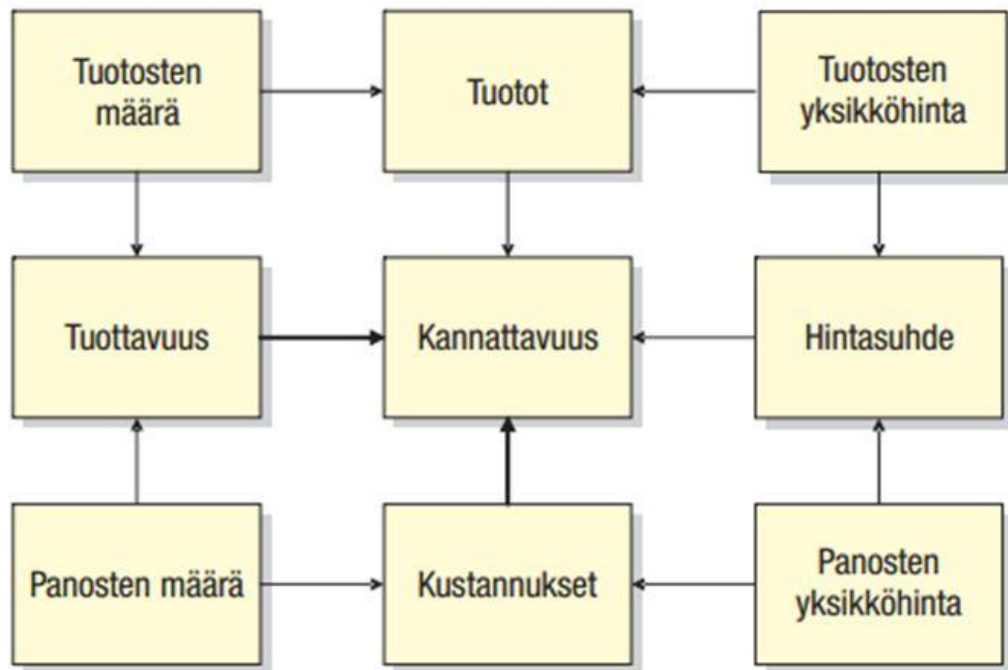
Ammattiliittojen ja työntekijäjärjestöjen täytyy ottaa huomioon tuottavuuden kasvun positiiviset vaikutukset pitkällä tähtäimellä, myös muiden kuin vaikutettujen ryhmien osalta. Työnantajajärjestöt saavat tuottavuuden kasvusta hyötyä työntekijöistä saadun hyödyn kautta, kun samalla työntekijämäärällä saadaan enemmän tuotosta aikaiseksi. Työntekijöille ja toimihenkilöille tuottavuuden kasvun merkitys menee henkilökohtaiselle tasolle. Ensinnäkin tuottavuuden on kasvettava, jotta työnantaja pystyy jatkamaan omaa liiketoimintaansa ja täten tarjoamaan töitä työntekijöilleen. Samalla tuottavuuden kasvu saattaa kuitenkin tarkoittaa henkilötasolla sitä, että kaikille työntekijöille ei riitä töitä, tai työnkuva tulee muuttumaan, jolloin nykyisen työn jatkaminen ei enää onnistu. (EANCP 2005, p.6-7)

Kansakunnan taloudellinen hyvinvointi ja kansainvälinen kilpailukyky ovat riippuvaisia tuottavuudesta, eli siitä kuinka paljon käytetyillä tuotannontekijöillä kyetään synnyttämään reaalista tuotosta (Maliranta et al. s. 11). Myös yrityksen ja sen henkilöstön kannalta tuottavuus ja sen kasvattaminen on välttämätön asia. Yritysten keskimääräinen tuottavuus kasvaa käytännössä kaiken aikaa ja tämän vuoksi myös yksittäisen yrityksen on pystyttävä kehittämään omaa tuottavuuttaan kaiken aikaa. Mikäli tuottavuutta ei kehitetä, ajaututaan lopulta tilanteeseen, jossa kilpailijat yksinkertaisesti tekevät samaa tuotetta pienemmillä panoksilla, jolloin he myös voivat myydä tuotettaan asiakkailleen pienemmällä hinnalla. Tästä seurauksena on yrityksen kilpailukyvyn romahtaminen, joka lopulta johtaa siihen, että yrityksen toiminta ei ole enää kannattavaa ja yrityksen toiminta kyseisellä liiketoiminta-alalla tulee tiensä päähän. Tämän kautta tuottavuuden kehittämisen puute koskee myös henkilöstöä, koska lopulta heillä ei ole enää työnantajaa, jolle työskennellä. (Maliranta et al. s. 28)

Jos tuottavuus saadaan kehitettyä kilpailijoita paremmaksi, tulee yrityksen toiminta samalla kilpailijoitaan kannattavammaksi, josta seuraa kilpailuetua kilpailijoihin verrattuna. Tuottavuuden kehittäminen, kuten muutkin kehitystoimet eivät yleensä tuo suoraan rahaa yritykseen, vaan hyödyt tulevat parantuneen toiminnan kautta. Haastavassa taloustilanteessa kehitystoiminnasta haetaan usein säästöjä sitä supistamalla. Kun kilpailijat supistavat omaa kehitystoimintaansa, on yrityksen kuitenkin mahdollista saada omalla kehitystoiminnallaan etumatkaa kilpailijoihin verrattuna ja samalla kasvattaa omaa kilpailukykyään markkinoilla. Tästä seurauksena on yrityksen kannattavuuden paraneminen, joka taas luo yritykselle mahdollisuuksia selvittää huonosta taloustilanteesta kilpailijoitaan paremmin. (Maliranta et al. s. 28)

Tuottavuuteen vaikuttavat ainoastaan tuotosten ja panosten määrät, eivät niiden hinnat. Kun tuottavuuden lisäksi tarkasteluun otetaan kustannukset, päästään käsiksi kannattavuuteen. Tuottavuus ja kannattavuus ovat toisistaan riippuvaisia. Ilman hyvää tuottavuutta yritys ei voi olla pitkään kannattava, eikä ilman kannattavuutta hyvää tuottavuuttakaan voida ylläpitää pitkään. Toisaalta pelkkä tuottavuus, vaikka se olisi kuinka hyvällä tasolla, ei yksinään riitä tekemään yritystä kannattavaksi, koska yhtenä

suurena tekijänä kannattavuudessa on tuotosten ja panosten yksikköhintojen hintasuhde. Tuottavuuden ja kannattavuuden riippuvuuteen voidaan tutustua alla olevan kuvan 2 avulla. (Maliranta et al. s. 28)



Kuva 3: Kannattavuuden ja tuottavuuden yhteys. (Uusi-Rauva 1996)

Kuvan 3 keskisarake kuvaa perinteistä liiketaloudellista laskentatapaa, jossa kannattavuus määritellään tuottojen ja kustannusten erotukseksi. Tällöin kannattavuuden edellytyksenä on pelkästään se, että tuotot ovat suuremmat, kuin kustannukset. Tuotot ja kustannukset kuitenkin ovat riippuvaisia monesta tekijästä, eikä pelkkä kustannusten ja tuottojen seuranta anna todellista kuvaa näiden tekijöiden vuorovaikutuksesta. Kuvasta nähdään, että tuotot koostuvat tuotosten määrästä ja niiden yksikköhinnoista ja samoin kustannukset koostuvat panosten määrästä ja niiden yksikköhinnoista. Vasemman pystysarakkeen mukaan tuottavuus koostuu tuotosten ja panosten määrän suhteesta, kuten jo aikaisemmin on mainittu. Kuvan oikeassa pystysarakkeessa on puolestaan hintasuhde, joka tarkoittaa tuotosten ja panosten yksikköhintojen suhdetta. (EANCP 2005, p.29)

Yrityksen toiminnan kannalta kannattavuus on ensisijainen tavoite, koska ilman kannattavuutta yritys ei selviä pitkällä aikavälillä (Hofstrand). Tuottavuus on toinen kannattavuuden osatekijöistä, tuotosten ja panosten hintasuhteen ollessa niistä toinen. Kannattavuuteen vaikuttavat lisäksi palveluista ja tuotteista saatavat ja maksetut hinnat.

Markkinahintoihin yritykset eivät yleensä voi vaikuttaa, mutta tuottavuutta voidaan parantaa omalla toiminnalla ja tällä tavoin voidaan myös kannattavuuteen vaikuttaa. Kannattavuus voi kuitenkin parantua, vaikka tuottavuus heikkenisikin ja toisaalta tuottavuuden kasvusta huolimatta kannattavuus saattaa heiketä. (Koskenvesa, Rakentajan kalenteri 2011, s.138-139)

## 2.2 Tuottavuuden mittaaminen

Organisaation johdossa tarvitaan yleisesti tietoa organisaation omasta tilanteesta ja tilanteen suhteesta ympäröivään maailmaan. Lisäksi tarvitaan tietoa määrällisistä (tuottavuus) ja laadullisista tavoitteista, sekä tietoa menetelmistä, joilla tavoitteisiin päästään. (Uusi-Rauva 1996, s. 23 - 24)

Tuottavuuden yksi ominaispiirteistä on se, että tuottavuus voidaan ilmaista fyysisinä tai taloudellisina yksikköinä, eli joko määrinä tai arvoina. Toisin sanoen tuottavuutta voidaan siis mitata. (EANCP 2005, p.12) Mittaamisella on keskeinen rooli tuottavan toiminnan ohjausvälineenä, sen avulla voidaan arvioida niin mennyttä, nykyisyyttä, kuin tulevaa. Mittaamalla toimintaa, voidaan toiminta pitää halutuilla urilla, tarkentaa tavoitteita, sekä arvioida omaan toimintaan liittyviä uhkia ja mahdollisuuksia. Tuottavuuden mittaamisen avulla saadaan tietoa yrityksen toiminnasta ja sen tasosta. Kun tiedetään oman toiminnan taso, tiedetään myös omat vahvuudet ja heikkoudet ja toimintaan voidaan tällöin vaikuttaa ja ohjata sitä haluttuun suuntaan. Toiminnan kehittäminen, ja sitä myöten myös tuottavuuden kehittäminen, onkin yksi tärkeä tavoite mittaamiselle. Mittareiden ohjausvaikutus asettaa niille korkeat vaatimukset. Ensinnäkin on mitattava oikeita asioita ja toisekseen mitattaviin asioihin on voitava vaikuttaa. Lisäksi tulee muistaa, että mittaamisen hyötyjen on oltava suuremmat, kuin siihen käytetty panos. (Salminen 2000, s.6-7; Maliranta et al. s. 42)

Tuottavuuden mittaaminen on erilaisten tuotos – panos suhteiden laskemista. Mittauksia varten on oltava selvillä mittaamiseen soveltuvat tuotos- ja panosmäärien mittaluvut. Toinen tärkeä asia mittaamiseen liittyen on vertailuarvot, johon mittauksista saatua tuottavuuden arvoa voidaan verrata. Tuottavuuden mittaamiseen soveltuvia panosyksiköitä ovat esimerkiksi kokonaisinvestoinnit, kiinteät investoinnit, henkilöstön lukumäärä, kokonaistyöaika, palkat ja raaka-ainekustannukset tai kokonaiskustannukset. Tuotosyksikköinä puolestaan voi toimia esimerkiksi tuotoksien volyymi, myyntitulot, tulos tai lisäarvo. Näitä yksiköitä vertaamalla saadaan selville tuottavuuden taso. Esimerkiksi kokonaistyöajan ja tuotoksen volyymin perusteella voidaan saada selville työn määrällinen tuottavuus, kuten kappaletta työntekijätuntia kohden (kpl/tth). (Uusi-Rauva 1996, s. 20; EANCP 2005, p.13-14)

Tuottavuuden mittaaminen on käytännössä järkevää vain silloin, kun mitattua tuottavuuden tasoa voidaan verrata johonkin arvoon. (Brax 2007, s. 4) Erityisesti silloin,

kun panoksen ja tuotoksen absoluuttista tasoa ei voida määrittää, mutta niiden suhteellisen muutoksen määrittäminen tiettyinä ajanjaksoina puolestaan on mahdollista, voidaan käyttää suhteellisia mittareita. Suhteellisissa mittareissa mittaustulosten vertailu voi tapahtua joko pitkittäis- tai poikittaisvertailuna. Pitkittäisvertailussa saatuja mittaustuloksia verrataan saman organisaation aikaisempiin mittaustuloksiin ja niiden pohjalta asetettuihin tavoitteisiin. Poikittaisvertailu puolestaan kohdistuu jonkin toisen samankaltaisen ja samaa tuotetta valmistavan organisaation saman ajan jakson mittaustulokseen. (Uusi-Rauva 1996, s. 24; Brax 2007, s. 4; Lakka, 2004, s.9-11)

Tuottavuuden mittaamisella on myös muita vaikutuksia, kuin tuottavuuden tason selvittäminen. Henkilökohtaisella tasolla tuottavuuden mittaaminen voi tuntua ikävältä tapahtumalta ja valvonnalta, joka kohdistuu työntekijään itseensä. Toisaalta hyvänä puolena on se, että yksilöt voivat itse vaikuttaa mittaustulokseen, sekä päästä näkemään oman toimintansa vaikutukset käytännössä. Yksittäisen työntekijän tuottavuuden mittaamisella voi olla myös motivoiva vaikutus työn tekemiseen: työntekijällä voi olla halu ylittää itsensä ja parantaa omaa suoritustaan. Nähdessään oman toimintansa vaikutukset tuottavuuteen, työntekijä voi motivoitua myös jatkossa parantaa suoritustaan tai kehittämään omaa toimintaansa tuottavammaksi, eli toisin sanoen kehittämään itseään paremmaksi työntekijäksi. (Uusi-Rauva 1996, s. 23 – 24; Maliranta et al. s. 42)

Tuottavuuden mittaamisesta ei kuitenkaan pidä tehdä liian monimutkaista ja vaikeaa toimintaa, joka jäykistää organisaatiota ja lisää byrokratiaa toimintaan, vaan mittaamisen tulee olla riittävän helposti toteutettavissa jolloin se voi olla osana jokapäiväistä toimintaa. Mittaamisen tulee korostaa aloitekykyisyyttä, luovuutta ja innovatiivisuutta ja mittaamisesta saatujen tulosten tulee olla suuremmat, kuin siihen käytetyt panokset. Tuottavuuden seurannan mittauksista saatuja tuloksia on lisäksi hyvä välittää johdolta työntekijöille tasaisin ja tarkoituksenmukaisin väliajoin. (Uusi-Rauva 1996, s. 24)

## 3 TUOTTAVUUDEN KEHITTÄMINEN RAKENNUSALALLA

### 3.1 Kompleksisuus ja rakennusalan ominaispiirteet

Kompleksisuus tarkoittaa monimutkaisuutta. Kompleksisuus tulee esille kokonaisuuksissa, jotka koostuvat monesta toisiinsa vaikuttavasta osasta ja joiden riippuvuudet toisistaan ovat vaikeita selvittää. Kompleksiset järjestelmät ovat monien tekijöiden summa, mutta kokonaisuuden arvo ei kuitenkaan ole sama, kuin niiden osien summa. Kompleksiset ongelmat ovat joko deduktiivisia tai induktiivisia. Deduktiiviset ongelmat ovat ongelmia, joihin on olemassa yksi ja oikea ratkaisu, vaikka ratkaisu olisikin vaikeasti löydettävissä. Ratkaisun löydyttyä on kuitenkin helppoa havaita että ongelma on ratkaistu oikein. Deduktiivisia ongelmia ratkaistaan yleisesti keräämällä ongelmien taustalta riittävä määrä tietoa ja analysoimalla sitä, sekä käyttämällä näiden tietojen ja analyysien perusteella tunnettuja ratkaisumalleja. Induktiiviset ongelmat puolestaan ovat ongelmia, joihin ei ole olemassa yhtä ja ainoaa oikeaa ratkaisua, vaan ratkaisuja on olemassa useita. Lisäksi oikea ratkaisu voi muuttua tilanteen mukaan lähtötietojen joko muuttuessa tai niiden määrän lisääntyessä. (Pennanen 2014)

Rakennusalalla kompleksisuus näkyy monella tavalla alan ominaispiirteissä. Rakennusalalle ominaista on hankkeiden projektiluontoisuus sekä hanke- että toteutustasolla. Jokainen rakennushanke on yksilöllinen projekti, eikä toista täysin samanlaista hanketta ole. Rakennusalan muita ominaispiirteitä ovat muun muassa työmaan sijainnin, olosuhteiden, sekä itse tuotteen vaihtelu hankkeesta toiseen siirryttäessä. Tuotteen valmistaminen kestää ajallisesti huomattavan pitkään ja sen valmistaminen on hyvin pitkälti työvoimavoittoista toimintaa. Lisäksi tuotteen valmistaminen on hajautettu useampaan eri paikkaan. (Kankainen & Junnonen, 2004).

Projektit, kuten myös rakennusprojektit, ovat ainutkertaisia tapahtumia tai tapahtumasarjoja, joilla on aina alku ja loppu. (Artto et al. s.25) Rakennusalalla projektin ainutkertaisuus on erittäin näkyvää. Rakennusprojektin tuotteena on fyysinen rakennus, jonka valmistaminen on kallista ja ajallisesti pitkäkestoista. Tämän vuoksi rakennuksesta ei voida tehdä koemielessä prototyyppiä jatkokehitystä varten, vaan ainutlaatuisen ja ensimmäistä kertaa valmistettavan tuotteen on oltava kerralla valmis ja kunnossa asiakkaalle luovuttamista varten.

Projektit voidaan myös nähdä väliaikaisena organisaationa, joka on koottu suorittamaan annettua tehtävää. (Artto et al. s.24 – 25) Rakennusalalle myös tämä projektin määritelmä sopii erittäin hyvin. Rakennusprojekti suoritetaan väliaikaisen, juuri kyseistä projektia varten kootun organisaation voimin. Hankkeen alussa kootaan organisaatio, joka valmistelee ja suunnittelee hankkeen ja lopulta kokoaa tai hankkii toteuttavan organisaation työmaalle. Sekä valmistelevassa organisaatiossa että toteuttavassa organisaatiossa voi olla useita toisilleen ennestään tuntemattomia toimijoita. Valmistelevassa organisaatiossa esimerkiksi tilaaja voi olla toteuttamassa itselleen ainutkertaista hanketta, jolloin tilaajaorganisaatiolla ei ole hankkeen muista osapuolista aikaisempaa kokemusta. Toteuttavan organisaation puolella puolestaan esimerkiksi päätoteuttajalla voi olla työmaalla aliurakoitsija, jota ei ole aikaisemmin käytetty, vaikka muuten toteuttava organisaatio olisikin työskennellyt keskenään pitkään. Tällöin hankkeen osapuolilla ei ole aikaisempaa kokemusta toisistaan, toistensa toimintatavoista tai vaatimuksista esimerkiksi työturvallisuudelle tai laadulle. Pennasen (2014, 10) mukaan erityisesti sosiaaliset systeemit ovat kompleksisia induktiivisessa mielessä. Sosiaalisissa systeemeissä, joka rakennushankkeen kertaluontoinen organisaatiokin on, ei voida pyrkiä optimiin, oikeaan tai parhaaseen, vaan pitää pyrkiä hyvään ja mahdolliseen, sekä välttää huonoja ratkaisuja. Pennasen mukaan induktiivisten systeemien lähtötiedot eivät yleensä ole riittäviä ongelman ratkaisemiseksi, koska systeemi tuottaa jatkuvasti uutta informaatiota aiemman tiedon tilalle. Näin on myös rakennusprojektissa, jossa väliaikainen organisaatio oppii kaiken aikaa toistensa tapoja ja käytäntöjä. Rakennusprojektin päättyessä toistensa tavat ja käytännöt oppinut organisaatio lopulta hajotetaan ja kootaan seuraavaa projektia varten uusi organisaatio uusista toimijoista. (Pennanen, s. 10, 13 – 15)

Kertaluontoisuuden lisäksi rakennushankkeet ovat ajallisesti hyvin pitkäkestoisia verrattuna esimerkiksi teollisuustuotantoon. Tämän vuoksi rakennushankkeelle on ominaista myös hankkeen osapuolien jatkuva vaihtuminen sekä hanke- että toteutustasolla. Kertaluontoiset organisaatiot ja hankkeen osapuolien jatkuva vaihtuvuus näkyvät siinä, että organisaatioille ei pääse syntymään vahvaa oppimiskäyrää, kuten Rakennusteollisuus RY:n rakentamisen kehittämisestä vastaavan Jukka Pekkanen toteaa Taloussanomien artikkelissa (Noponen, S. 2014). Hankkeen osapuolien jatkuvan vaihtumisen lisäksi, eri osapuolilla voi olla samaan aikaan käynnissä useampia eri hankkeita, jolloin yksi toimija ei ole täysin sitoutunut vain yhteen paikkaan kerrallaan. Ja rakennushankkeessa näitä monessa paikassa samaan aikaan työskenteleviä toimijoita on huomattavan paljon sekä hankkeen suunnittelussa että toteutuksessa. (Noponen 2014; Pennanen 2014)

Deduktiivinen kompleksisuus näkyy rakennusalalla esimerkiksi työmaan monimuotoisuutena. Työmaalla kompleksisen systeemin muodostavat työvoima, rakennuskomponentit, kalusto, tuotantosuunnitelmat ja tontin olosuhteet. Tällaisissa systeemeissä on paljon liikkuvia ja muuttuvia osia, joiden tulevaa toimintaa on vaikea

ennustaa hyvään lopputulokseen pääsemiseksi. Kuitenkin ratkaisun löydyttyä on helppo todeta sen olleen oikea, mikäli on päästy haluttuun lopputulokseen. Yksi deduktiivisen kompleksisuuden muoto on kaoottisuus. Tällaisessa kompleksisuudessa muuttujien välillä on voimakas riippuvuussuhde. Pennanen (2014) esimerkissä työmaalla työskentelevä aliurakoitsija saapuu työmaalle kaksi päivää sovittua myöhemmin. Mikäli työmaan muodostama systeemi ei olisi kaoottinen, rakennus valmistuisi kahden päivän viivästyksen myötä tasan kaksi päivää aiottua myöhemmin. Kuitenkin aliurakoitsijan myöhästyminen kahdella päivällä voi aiheuttaa sen, että muut aliurakoitsijat eivät pääse aloittamaan omia tehtäviään, jonka vuoksi he siirtyvät muille työmaille, joissa on työnteon edellytykset kunnossa. Tämä kertaantuu aina uudestaan ja uudestaan, kunnes kahden päivän viivästyminen on aiheuttanut monta kertaa suuremman viivästyksen koko rakennusvaiheelle. (Pennanen, 2014)

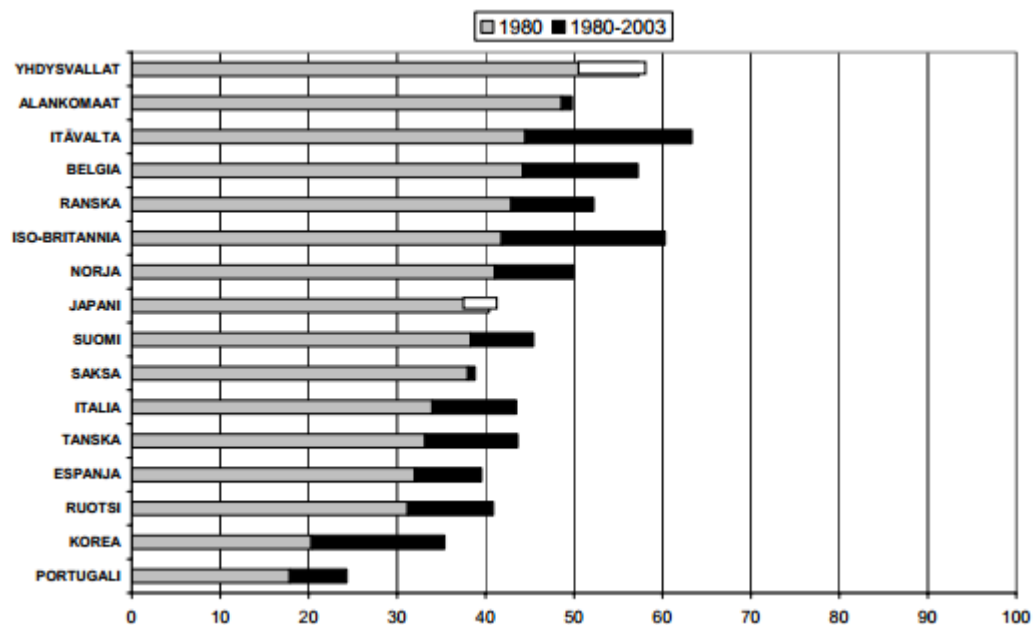
Yksi rakennusalan ominaispiirteistä on työmaan sijainti ja varsinkin sen vaihtelu. Työmaan sijainti määrittää kaavoituksen kautta sen mitä ja miten voidaan rakentaa. Sijainti voi asettaa myös tuotannolle ja rakennustavalle suuriakin haasteita. Varsinkin uudisrakentaminen tapahtuu usein uusilla alueilla, joilla ei ole rakentamisen alkaessa välttämättä valmista infrastruktuuria, jolloin suurten kuljetusten, kuten elementtitoimitusten työmaalle saaminen voi aiheuttaa ongelmia. Työmaan sijainti vaikuttaa myös työntekijöihin esimerkiksi työmatkojen ja työmaan palveluiden kautta. Rakennusalan töille ominaista on työpisteen vaihtelu ja työolosuhteiden muutokset, jonka lisäksi itse tuote muuttuu ja kasvaa tuotannon aikana. Verrattuna normaaliin tehdastuotantoon rakennusalan työt ovat täysin oma lukunsa. Kun tehtaassa voidaan työt tehdä yhdessä työpisteessä muuttumattomissa olosuhteissa, rakennusalalla työpiste vaihtuu rakentamisen etenemisen mukaan vaihtelevissa olosuhteissa. Kesäisin saatetaan työskennellä kuumassa säässä ja suorassa auringonpaisteessa ja talvella taas kovassa pakkasessa ja lumisateessa. Tehdastyössä tuotteiden valmistus tapahtuu usein nopealla aikataululla automatisoiduilla tuotantolinjoilla, kun rakennusalalla tyypillisesti yhtä tuotetta tehdään pitkän aikaa käsityönä. Tehdastuotannossa tuotteet on suunniteltu valmiiksi ja niitä on testattu käytännössä ennen lopullisen tuotteen tuotantoa. Rakennusalalla puolestaan tuotetta voidaan vielä suunnitella samalla kun sitä valmistetaan. (Kankainen & Junnonen, 2004, s.23-24).

Nämä rakennusalalle ominaiset piirteet ja niistä johtuva kompleksisuus tuovat mukanaan haasteita rakennusalan tuottavuuteen, tuottavuuden kehittämiseen ja sen mittaamiseen.



### 3.2 Rakennusalan tuottavuuden kehittyminen

Rakennustuotannon tuottavuuden kehittyminen on ollut vuosina 1980–2007 heikompaa, kuin palvelualoilla keskimäärin. Ongelma ei koske pelkästään Suomea ja suomalaista toimintakulttuuria, vaan samoja huomioita on tehty myös muissa maissa. Monissa maissa rakentamisen tuottavuuden taso on pysynyt lähes vakiona jo pitkään ja joissain maissa, kuten Japanissa ja USA:ssa, se on jopa laskenut. Vaikka Suomessakin rakennustuotannon tuottavuuden kehittyminen on ollut heikkoa, on sen arvo kuitenkin vähintään keskitasoa verrattaessa muihin Euroopan maihin, ainakin kansantalouden tilinpidon luvuilla laskettuna. Kuvassa 4 on eriteltynä maittain rakennustyön arvonlisäyksen määrä työntekijää kohden vuodesta 1980 vuoteen 2003. (Koskenvesa, Rakentajan kalenteri 2011, s.139-140; Kaitila et al. 2006, s. 11-12,20)



Kuva 4: Työn tuottavuuden taso rakennustoiminnassa vuosina 1980 ja 2003, arvonlisäyksen volyymi / työntekijä, 1000e. Pylvään valkoinen osa kuvaa tuottavuuden supistumista. (Kaitila et al. 2006)

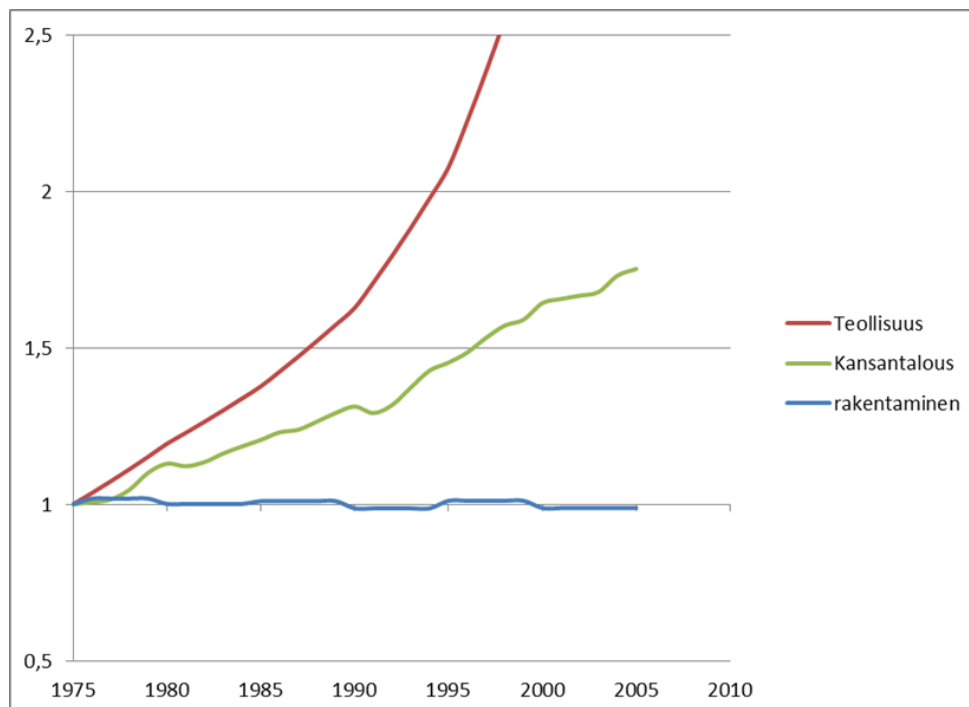
Koko kansantalouden kokonaistuottavuus on kehittynyt Suomessa vuodesta 1975 vuoteen 2005 1,75 – kertaiseksi (Tilastokeskus, tuottavuustutkimukset). Samalla ajanjaksolla teollisuuden kokonaistuottavuus on kasvanut vielä huomattavasti enemmän. Rakennustuotannon kokonaistuottavuus puolestaan on jäänyt sekä teollisuuden että koko kansantalouden tuottavuuden kehittymisestä huomattavasti jälkeen. Rakennustuotannon kokonaistuottavuus on kyseisellä ajanjaksolla tuottavuuden keskimuutoksen perusteella laskettuna kasvanut vain 1,06 -kertaiseksi. Taulukossa 1 on esitettyä koko kansantalouden, teollisuuden ja rakennustuotannon tuottavuuden muutokset vuodesta 1975 vuoteen 2005. Taulukon kokonaistuottavuuden muutoksen arvot on jaoteltu viiden vuoden ajanjaksoihin jokaisen vertailuryhmän osalta. Jokaisen

viiden vuoden ajanjaksolta taulukossa on esitetty keskimääräinen vuotuinen tuottavuuden kehittyminen. (Tilastokeskus 2012)

**Taulukko 1: Kokonaistuottavuuden muutokset 1975 – 2005 (Tilastokeskus 2012).**

Vuosi	Kokonaistuottavuuden keskimääräinen muutos		
	Koko kansantalouden tuottavuuden muutos (%)	Teollisuuden tuottavuuden muutos (%)	Rakennustuotannon tuottavuuden muutos (%)
1975 - 1980	1,90	3,60	1,80
1980 - 1985	1,20	2,90	0,10
1985 - 1990	2,00	3,40	1,00
1990 - 1995	1,40	5,00	-1,30
1995 - 2000	3,10	7,10	1,10
2000 - 2005	1,30	5,00	-1,20

Taulukon 1 kokonaistuottavuuden muutoksien arvot on esitetty kuvassa 5. Kyseisestä kuvasta voidaan nähdä, että rakennustuotannon kokonaistuottavuus ei ole kehittynyt käytännössä lainkaan viimeisen kolmen vuosikymmenen aikana.

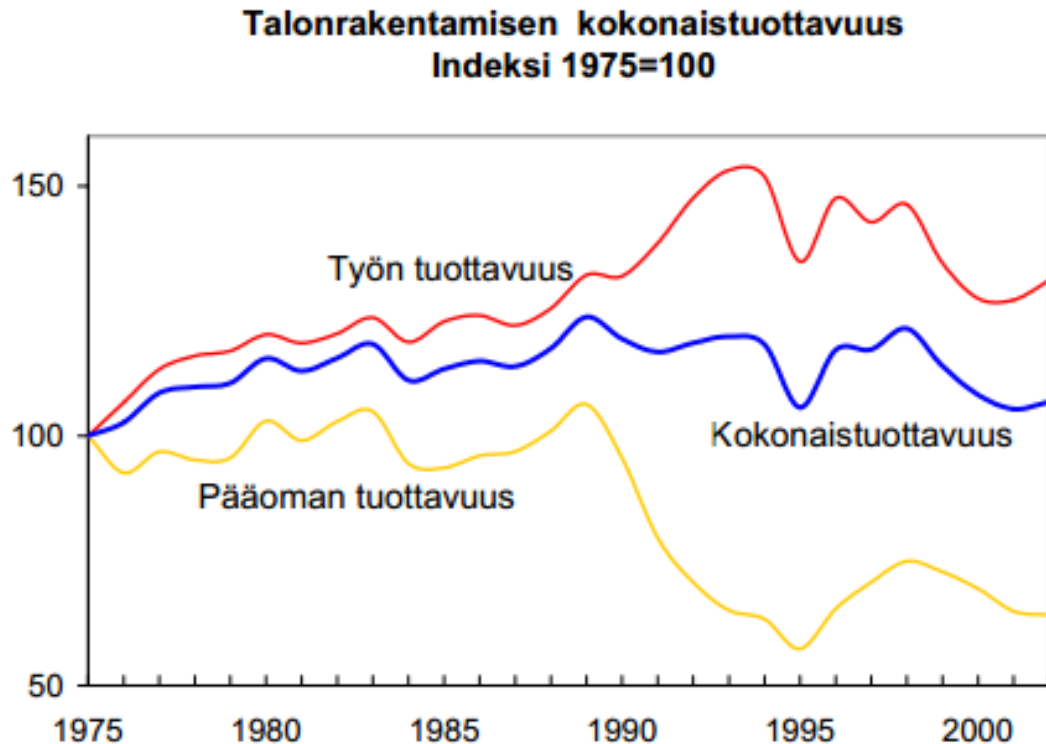


**Kuva 5: Kokonaistuottavuuksien kehittyminen teollisuudessa, kansantaloudessa ja rakentamisessa vuodesta 1975 vuoteen 2005.**

Vaikka kuvan 5 mukaan rakennustuotannon kokonaistuottavuus ei olekaan kehittynyt juuri lainkaan, täytyy kuitenkin muistaa että rakennustuotannon tuote, eli itse rakennus on kyseisenä aikana muuttunut huomattavasti. Rakennukset itsessään ovat muuttuneet, enää ei rakenneta pelkkiä suorakulmion muotoisia rakennuksia ja kerrokorkeus, sekä välipohjien paksuudet ovat kasvaneet. Lisäksi muun muassa rakennusten kalusteet ovat monimutkaistuneet ja rakennuksiin on tullut lisäksi kaiken aikaa monimutkaistuvaa talotekniikkaa. Tuotteen muutos monimutkaisemmaksi vähentää tuottavuutta, koska tuotteen monimutkaistumisen myötä sen valmistamiseen kuluu enemmän aikaa. (Koskenvesa, Rakentajan kalenteri 2011, s.143; Pekkanen et al. 2006, s.41)

Myös muita selittäviä tekijöitä rakennustuotannon kokonaistuottavuuden heikolle kasvulle löytyy. Yksi selittävä tekijä verrattuna teollisuuteen ja koko kansantalouteen, on kokonaistuottavuuden mittaustapa. Rakennustuotannon kokonaistuottavuutta mitattaessa on käytetty kaksoisdeflatointia, joka tarkoittaa sitä, että muun muassa kokonaistuottavuuteen vaikuttavien maahantuotujen välituotteiden arvonlisät eivät ole vaikuttaneet rakennustuotannon kokonaistuottavuuteen. Esimerkiksi asfaltissa käytetyn öljyn ja betoniterästen arvonlisät ovat jääneet tällöin muiden alojen kuin rakennustuotannon arvonlisiksi. Mikäli rakennustuotannon kokonaistuottavuus laskettaisiin kuten muillakin aloilla, näyttäisi se huomattavasti nykyistä paremmalta. Nykyisellä kokonaistuottavuuden laskutavalla rakennustuotannon kokonaistuottavuus on laskenut vuosina 1995 – 2003 yhteensä 0,8 %. Mikäli laskutapa olisi sama kuin teollisuuden kokonaistuottavuutta laskettaessa, rakennustuotannon kokonaistuottavuus olisi tällä aikavälillä kohonnut 23 %. (Pekkanen et al. 2006, s.36-37)

Vaikka rakennustuotannon kokonaistuottavuus onkin kasvanut nykyisen laskutavan mukaan vain hieman viimeisinä vuosikymmeninä, on rakennustyön tuottavuuden kasvu ollut kuitenkin parempaa. Kokonaistuottavuuteen mukaan otettava pääoman tuottavuus puolestaan on heikentynyt rajusti. Kuvassa 6 on nähtävillä rakennusalan työn, pääoman- ja kokonaistuottavuuksien kehitys vuodesta 1975 vuoteen 2005 asti.

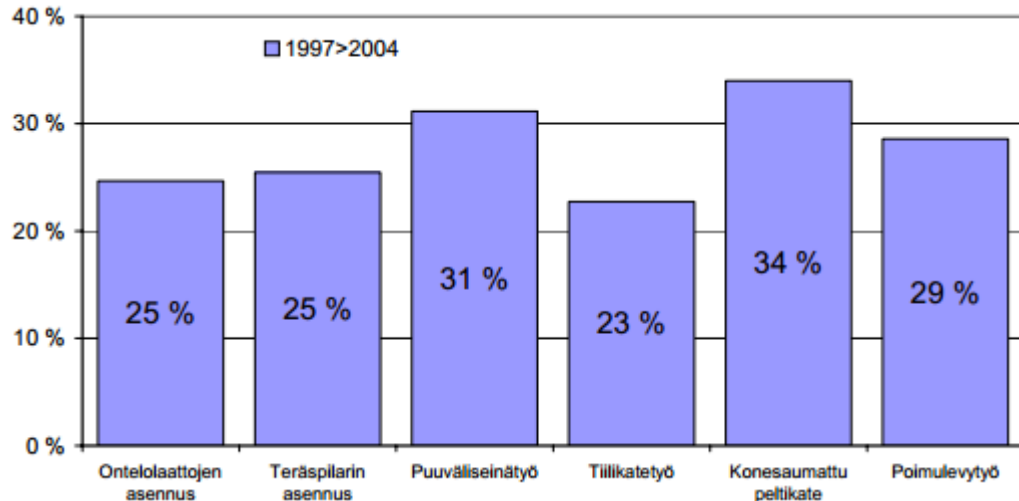


Kuva 6: Rakennustuotannon osatuottavuuksien ja kokonaistuottavuuksien kehitys vuodesta 1975 vuoteen 2005. (Lakka, 2004, s.11)

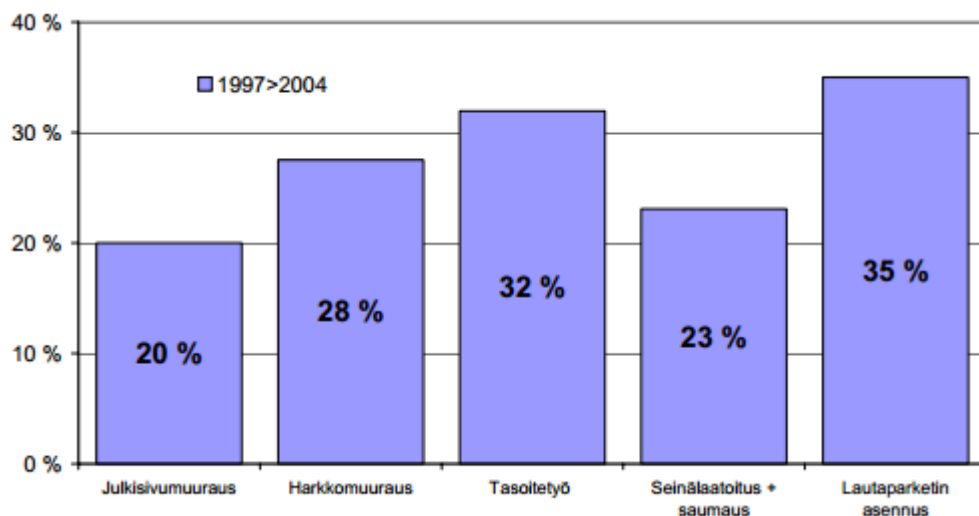
Kuten kuvasta 6 nähdään, rakennustuotannossa työn tuottavuus on kasvanut vuodesta 1975. Korkeimmillaan työn tuottavuus on ollut 1990-luvun laman aikana, eli aikana jolloin tuotanto supistui ja sitä myöten myös tehdyt työtunnit supistuivat voimakkaasti. Laman aikana urakoista oli huutava pula. Tämä johti osaltaan siihen, että yritykset tekivät kaikkensa saadakseen tuotantonsa toimimaan mahdollisimman pienillä panostuksilla. Organisaatioita madallettiin, jolloin jäljelle jäivät vain toimistojen asiantuntijat ja työmaiden työnjohto, työntekijät palkattiin aliurakoitsijoiden kautta. Myös työntekijöillä ja urakoitsijoilla oli pulaa töistä. Tämä puolestaan johti siihen, että markkinoilla oli resurssien ylitarjontaa, jolloin rakennustuotannossa rakentajilla oli varaa valita käyttöönsä parhaat resurssit. (Koskenvesa, Rakentajan kalenteri 2011, s.138; Ahti, Rakentajankalenteri 2010, s.492-293)

Rakennustuotannon heikosta kokonaistuottavuudesta huolimatta yksittäisten työläjien työntuottavuus on kasvanut suuresti 90- luvulta 2000- luvulle siirryttäessä. Työn tuottavuuden kehittymisessä osansa on ollut niin materiaalien kuin apuvälineiden ja koneiden kehittämisellä. Rakennusmateriaalien ja -tuotteiden ominaisuuksia kehittämällä on saatu työmaalla tapahtuvaa asennustyötä nopeutettua, jonka lisäksi rakennustelineet ja aikaisempaa kevyemmät koneet ovat helpottaneet asennustyötä ja parantaneet työturvallisuutta. Tietotekniikan sovelluksien ja mittaustekniikan

kehittyminen, sekä työmaan siirtotekniikan parantuminen puolestaan on tehostanut prosessia suunnittelusta valmistukseen ja asennukseen. Kuvissa 7 ja 8 on esitetty yksittäisten työlajien työn tuottavuuden kehittyminen vuodesta 1997 vuoteen 2004. (Pekkanen et al. 2006, s.41-42)



Kuva 7: Työlajien kehittyminen mittaustekniikan, nostokaluston ja telineiden kehittymisen seurauksena.



Kuva 8: Työvaltaisten työlajien kehittyminen.

Kuvien 7 ja 8 tiedot on saatu vertaamalla Ratu - menekkejä vuosilta 1997 ja 2004. Kuvista nähdään yksittäisten työlajien työsaavutusten kehittyminen kyseisellä aikavälillä. Kuvan 7 työlajien työsaavutusten kehittyminen on johtunut suurelta osin mittaustekniikan, nostokaluston ja telineiden kehittymisestä ja niiden kehittymisen myötä työn nopeutumisesta. Kuvassa 8 puolestaan on työvaltaisia työlajeja ja niiden työsaavutuksien kehittymisiä. Näiden työlajien työsaavutukset ovat kehittyneet materiaali- ja tuotekehityksen ansiosta, sekä telineiden ja apuvälineiden kehittymisen myötä. Materiaalien kehittymisen ja tuotekehityksen myötä työmaalla tehtävä työ on

helpottunut. Esimerkiksi muuraustyössä harkkojen mittatarkkuuden kasvaminen on mahdollistanut ohutsaumamuuraustekniikan. Tällöin laastin menekki on vähäisempää ja se voidaan sekoittaa muurauskohteessa porakonevispilällä. Samalla aputyöt laastin valmistuksessa ja siirroissa ovat vähentyneet huomattavasti. (Pekkanen et al. 2006, s. 41-42; Kivitalo.fi)

Rakennusalan työn tuottavuutta on kehitetty muun muassa vakioimisen, valmisosarakentamisen ja töihin erikoistumisen kautta. Lisäksi rakennushankkeiden läpimenoaikoja on saatu lyhennettyä limittämällä suunnittelua ja toteutusta. (Koskenvesa, Rakentajan kalenteri 2011, s.138) Rakennushankkeet toteutetaan usein velkarahalla, jolloin lyhyempi hankkeen läpimenoaika tuo säästöjä korkokustannuksissa hankkeen investointien realisoituessa nopeammin lyhyemmän rakennushankkeen keston myötä. Tämä puolestaan on kasvattanut rakennusalan kokonaistuottavuutta, jossa myös rahan sitoutumisajalla on merkityksensä. (Teollinen valmisosarakentaminen)

Vakiointi koskee sekä rakennustuotteita että rakentamisen käytäntöjä ja toimintoja. Hyvänä esimerkkinä toimintojen ja käytäntöjen vakioimisesta on rakennusalan yleiset sopimusehdot (YSE 1998) ja rakentamisen yleiset laatuvaatimukset (RYL). YSE 1998 on tarkoitettu elinkeinonharjoittajien välisiin rakennusurakkasopimuksiin ja RYL puolestaan on rakennusalan toimijoiden yhdessä sopima kirjallinen kuvaus hyvästä rakennustavasta. Sekä YSE 1998 että RYL ovat alalla yleisesti tunnettuja asiakirjoja, joihin sopimuksia tehdessä viitataan. Etuna näistä on se, ettei jokaista yksittäistä urakkaa sopiessa tarvitse erikseen määritellä kaikkia sopimusehtoja tai laatuvaatimuksia, jolloin myös urakan valmistelu-aika vähenee. Rakennustuotteiden vakioiminen puolestaan helpottaa itse rakennustyötä. Rakennustuotteiden vakioimisen kautta työntekijöiden ei tarvitse opetella jokaisen tuotteen erityispiirteitä aina uudelleen jokaisella työmaalla, vaan kun on opittu tekemään jotakin tehtävää yhdellä tuotteella, osataan tehdä samaa tehtävää myös muilla vastaavilla tuotteilla. Hyvänä esimerkkinä rakennustuotteiden vakioimisesta on 60-, 70- ja 80- lukujen aikana kehitetty avoin betonielementtien BES- runkojärjestelmä. Runkojärjestelmä perustui kantaviin pääty- ja väliseiniin, ei kantaviin ulkoseiniin ja välipohjina käytettäviin pitkälaattoihin. BES-järjestelmän betonielementit ja niiden liitosdetaljit standardoitiin siten, että työmaalla rakennuksen runko voitiin valmistaa usean eri valmistajan betonielementeistä. Standardointi koski myös laattojen leveyksiä ja vakioiduksi laatan leveydeksi valikoitui 1200mm. Työmaalla tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että riippumatta välipohjalaattojen toimittajasta, laattatoimitukset voidaan purkaa aina samoilla työntekijöille tutuilla nostorakseilla. (Rakennustieto; Rakennusalan yleiset sopimusehdot; Elementtirakentamisen historia)

Yhtenä rakennusalan ominaispiirteenä ja samalla rakennustyön tuottavuuden haasteena on rakentaminen sään armoilla muuttuvassa työkohteessa. Tätä häirttekijää on

rakennusosalalla vähennetty valmisosarakentamisen kautta ja rakennustuotteiden esivalmistusasteen kohottamisella. Tällöin rakennustuotteet valmistetaan mahdollisimman pitkälle tuotantolinjoilla tehdasolosuhteissa, jolloin valmistuksessa voidaan käyttää hyväksi tehtaiden automaatiota ja kiinteää kalustoa, sekä työntekijöiden erikoistumista tiettyyn työhön. Samalla työmaalla tehtävän työn kesto vähenee ja työn on mahdollista muuttua vakioituksi asennustyöksi. Valmisosarakentamisen kautta myös materiaalitehokkuus on parempi ja työn hukat voidaan minimoida. Kokonaisuudessaan valmisosarakentamisen edut perustuvat tehdasolojen mukanaan tuomaan parempaan tuottavuuteen ja pienempään työmenekkiin työmaalla. (Teriö 2002, s. 5; Teollinen valmisosarakentaminen)

Rakennusosalalle on tavanomaista erikoistuminen tiettyihin työlajeihin. Työmailla työnantajien puolella tämä näkyy parhaiten LVISA -toissa, jotka tehdään yleisesti kyseisiin töihin erikoistuneen aliurakoitsijan toimesta. Työntekijöiden kohdalla erikoistuminen puolestaan näkyy hyvin rakennusalan ammattinimikkeissä, joita ovat muun muassa rakennusmies, kirvesmies, mittamies, muurari ja elementtiasentaja. Rakennusala on niin monimuotoinen ala, ettei yksittäinen työntekijä tai työnantaja voi osata kaikkea, vaan työntekijöiden ja työnantajien on erikoistuttava omaan ydinosaamiseensa. Erikoistumisen myötä työntekijät pystyvät tekemään työnsä nopeammin, joka johtaa siihen että yksittäisen tuotteen valmistus tulee halvemmaksi ja tuotannon tasoa on mahdollista kasvattaa. Erikoistumisen myötä työntekijät voi keskittyä omaan osaamiseensa ja kasvattaa sitä ja samalla myös tuottavuuden on mahdollista kasvaa. Tämänkaltaista toimintaa yleistyi 1990-luvun laman seurauksena, jolloin rakennustyömaiden organisaation rakenne muuttui. Ennen lamaa yritykset pitivät omilla palkkalistoillaan valtaosan ammattityöväestään, mutta laman seurauksena hankkeen riskejä jaettiin yhdeltä työnantajalta useammalle jolloin myös työntekijöitä alettiin palkata kyseisiin töihin erikoistuneiden aliurakoitsijoiden kautta. Seurauksena tästä menettelystä oli työn tuottavuuden kasvu. Vaikka erikoistuminen tiettyihin työlajeihin mahdollistaakin työn tuottavuuden kasvun, on samalla hyvä muistaa rakennusalan monimuotoisuus. Rakennuksilla tarvitaan myös yleistyöntekijöitä, jotka osaavat ja pystyvät tekemään kaikkia yleisimpiä töitä. Muutoin työmaiden olisi hankittava jokaista pientäkin työtehtävää varten uudet erikoismiehet, jolloin paras mahdollinen työn tuottavuus peittyisi hankintojen tekemiseen. (Gcse economics; Ahti 2010, s. 492-493)

### **3.3 Rakennustyön tuottavuus ja sen mittaaminen**

Rakennusprojektit ovat monimutkaisia ja paljon tietovirtoja sisältäviä prosesseja. Tämä asettaa haasteen myös tuottavuuden mittaamiselle. Monimutkaisten prosessien mittaamiseen on kaksi lähestymistapaa. Voidaan kehittää indikaattorityyppinen mittari, joka koostuu useasta prosessin osa-alueesta mahdollisimman hyvin kuvaavasta osamittarista, jotka lopulta yhdistetään yhdeksi indikaattoriksi, tai mittarina voidaan

käyttää yksittäisiä fyysisiä mittareita, jotka ovat mahdollisimman kuvaavia koko prosessin kannalta, vaikka mittaavatkin vain yhtä prosessin piirrettä. Rakennusprojektin mittaustuloksiin vaikuttaa myös itse työmaan vaikutusmahdollisuuksien ulkopuolelle jäävät asiat, jotka voivat vaikuttaa joko edullisesti tai epäedullisesti rakennustyömaan tuottavuuteen ja samalla tuottavuuden mittaustulokseen. Näitä rakennustyömaan vaikutusmahdollisuuksien ulkopuolelle jääviä tekijöitä ovat muun muassa tontin perustamisolosuhteet, rakennuksen sijainti keskusta-alueella, sekä asuntojen kokojakauma. Paremman tuottavuuden näkökulmasta olisi edullisempaa rakentaa suuria asuntoja, mutta kysynnän kohdistuessa pieniin asuntoihin, tämä ei ole mahdollista. (Lakka 2004, s.9-11,22-23)

Tuottavuuden mittausta on tuotos – panos suhteiden vertaamista toisiinsa. Rakennusalalla tuotosta voidaan mitata reaaliyksiköissä esimerkiksi rakennuksen bruttoalana, materiaalin pinta-alana tai kappalemääränä. Erilaisten tuotosten määrien yhteen laskenta voi olla mahdotonta sopimattomien yksiköiden takia. Reaaliyksiköiden käyttö johtaakin mittauksen erittelyyn esimerkiksi rakennustyyppittäin tai tuoteryhmittäin, jolloin tuottavuuden vertaaminen tapahtuu vain samantyyppisten tuotteiden välillä. Tuotokset voidaan myös muuntaa rahamääräisiksi. Yleisin rahamääräinen tuotoksen mittari on jalostusarvo, joka kuvaa toimialan tai yrityksen tuottamaa arvonlisäystä koko tuotantoketjun matkalla. Jalostusarvo määritellään esimerkiksi vähentämällä liikevaihdesta kaikki hankinnat. Rahamääräisen tuotoksen mittaamisen etuna on tietojen helppo käsittely ja kerääminen esimerkiksi yrityksen kirjanpidosta, mutta haittapuolena taas markkinatilanteesta riippuvat hintatekijöiden muutokset. Yksittäisten työvaiheiden, kuten rakennuksen rungon valmistamisen, arvon määrittäminen voi olla myös mahdotonta. (Kiviniemi & Alanen 1996, s.11-12)

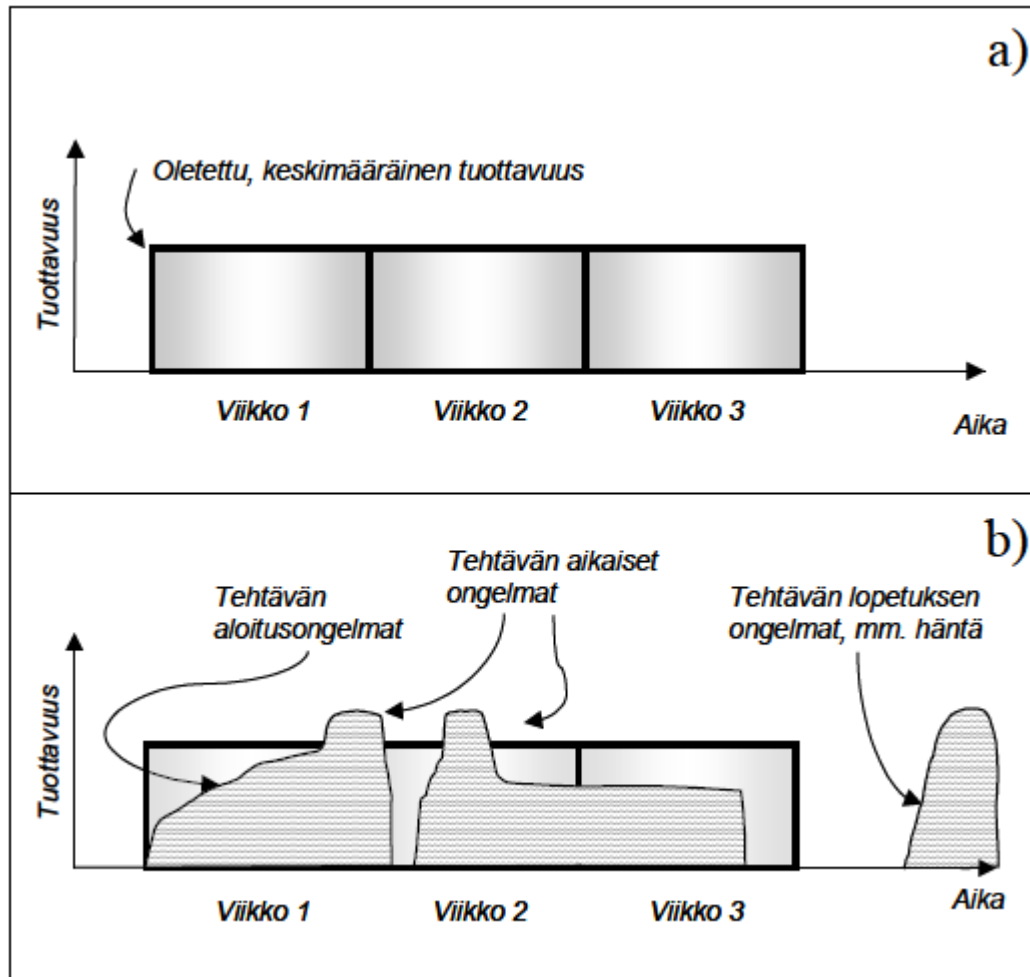
Tuottavuuden panospuolella voidaan rakennusalalla käyttää esimerkiksi työpanosta tai pääomapanosta. Työpanoksen määränä toimii tehdyt työtunnit paremmin, kuin työntekijämäärä, koska tehdyt tunnit ottavat huomioon myös ylitöistä ja lomautuksista aiheutuvat vaihtelut. Työpanos voidaan määrittää myös palkkakustannuksien kautta, jolloin erilaiset tehdyt työtunnit, kuten toimihenkilöiden ja työntekijöiden tunnit otetaan myös panoksissa huomioon. Kuitenkin palkkojen ja sosiaalikustannuksien muutokset tulee tällöin ottaa huomioon tuottavuuden mittauksissa, jottei palkkojen laskeminen nostaisi työn tuottavuutta näennäisesti tai päinvastoin niiden nostaminen näennäisesti laskisi työn tuottavuutta. Tuottavuuden panospuolella voidaan panoksena käyttää myös pääomapanosta. Pääomalla tarkoitetaan yleensä reaali-pääomaa, eli rakennuksia, koneita, laitteita ja varastoja, joita käytetään yrityksessä tuotannon tekijöinä. (Kiviniemi & Alanen 1996, s.13-14)

Rakennusalalla tuottavuuden mittaamiseen liittyy vielä ongelma laadun ja tuottavuuden yhdistämisestä. Tämä liittyy tuottavuuden tuotos puoleen. Rakennusten laatutaso ja laatuvaatimukset ovat nousseet ajan kuluessa, joka puolestaan on johtanut panostarpeen



kasvuun. Reaaliyksiköissä tapahtuva mittaus ei ota tätä huomioon, vaan laadun kasvaessa tuottavuus voi mittaustuloksien mukaan näyttää laskevan. Reaaliyksiköiden käyttö tuottavuuden mittauksissa soveltuukin parhaiten lyhyiden aikasarjojen kehittymisen seurantaan ja tuotantoyksiköiden keskinäiseen vertailuun. (Kiviniemi & Alanen 1996, s.11-12)

Rakennustyön tuottavuutta mitataan yleisesti työsaavutuksilla ja niiden käänteisluvuilla eli työmenekeillä. Työsaavutus tarkoittaa aikayksikössä tuotettujen suoritteiden lukumäärää, kuten kappaletta tunnissa tai neliömetriä työvuorossa. Työsaavutuksen ja työmenekin oleellinen osa on työntekijätunnit (tth). Työntekijätunnit tarkoittavat kaikkien työhön osallistuneiden työntekijöiden työhön käyttämää aikaa. Jos esimerkiksi kolme työntekijää työskentelee jokainen 2 tuntia, on tällöin kulunut yhteensä kuusi työntekijätuntia. Rakennustuotannon aikatauluttaminen tapahtuu työmenekkien perusteella. Rakennushankkeen yleisaikataulun perusteella mitoitetaan hankkeen vaatimat resurssit, kuten työvoima, hankinnat ja kalusto ja se toimii pohjana tarkemmille aikataulusuunnitelmille. Yleisaikataulu tehdään kokonaisajan T4 perusteella. T4 kokonaisaika sisältää kaikki työhön käytettävät työtunnit, sekä pidemmät työn keskeytykset. Kokonaisaika saadaan muodostettua tehollisen ajan T3, sekä työvaiheen lisäaikakertoimen TL3 avulla. T3 – tehollinen aika tarkoittaa tehollista työhön käytettävää aikaa, joka ei sisällä esimerkiksi yli tunnin kestäviä häiriöitä tai keskeytyksiä. Työvaiheen lisäaikakerroin (TL3) muodostuu yli tunnin mittaisista työnkeskeytyksistä, sekä pienten erillisten työvaiheiden tai koneiden ja laitteiden rikkoontumisista ja huolloista aiheutuvista odotusajoista. TL3 – työvaiheen lisäaikakertoimella muutetaan T3- tehollinen aika T4- kokonaisajaksi. TL3- kertoimet vaihtelevat työajasta riippuen 1,0 ja 1,30 välillä. Tehollisen ajan ja kokonaisajan välinen ero tulee hyvin esille myös kuvassa 9, jossa on nähtävillä rakennustyön tuottavuuden vaihtelu tehokkaan ajan ja häiriötilanteiden välillä. (Lindberg et al. 2013; Koskenvesa & Sahlstedt 2011; RatufLOW)



Kuva 9: Rakennustyön tuottavuuden vaihtelu. (Koskela & Koskenvesa 2003, s. 27-28)

Kuten kuvasta 9 nähdään, rakennustyön tuottavuus ei ole vakio, vaikka tehtäviä aikatauluttaessa näin oletetaan. Rakennustyön tuottavuuteen heikentävästi vaikuttaa kuvan 9 mukaan muun muassa tehtävien aloitus ja lopetus, sekä näiden mukanaan tuomat häiriöt normaaliin työrytmiin. Aloitusongelmat voivat myös estää tehtävän toteuttamisen kokonaan. Lisäksi työn aikaiset häiriöt laskevat tuottavuutta. Työn tuottavuus on parhaimmillaan, mikäli siinä ei esiinny lainkaan häiriöitä ja työtehtävät voidaan viedä kerralla alusta loppuun, jolloin tehtävän aloittamiseen ja lopettamiseen liittyvät tuottavuuden alenemiset osuvat tehtävän suorittamiseen vain kerran. (Koskela & Koskenvesa 2003, s. 27-28)

Rakennustyön tuottavuuden häiriöitä on mahdollista poistaa ja sitä kautta työn tuottavuutta kehittää muun muassa erilaisilla tuotannonohjausjärjestelmillä. Tässä työssä ei kuitenkaan tarkastella työn tuottavuuden kehittämistä erilaisten tuotannonohjausmenetelmien avulla.

## 4 TUOTTAVUUDEN MITTAAMINEN JA KEHITTÄMINEN KOHDEYRITYKSESSÄ

Tämän luvun aluksi käsitellään työssä käytettyjä tutkimusmenetelmiä ja tutkimuksen suorittamista, jonka jälkeen tutustutaan kohdeyrityksen toimintaan yleisellä tasolla ja sen tuottavuutta ohjaaviin vaikutuksiin. Pääpaino luvussa on kuitenkin kyselyssä ja haastatteluissa esille tulleissa kohdeyrityksen asioissa, jotka liittyvät työn tuottavuuden mittaamiseen ja seurantaan, tuottavuusmittareihin ja tuottavuuden kehittämiseen.

### 4.1 Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen suoritus

Tuottavuuden mittaamista ja kehittämistä kohdeyrityksessä tutkittiin seuraamalla elementtiasennusryhmiä kahdella eri työmaalla. Työmaaseurantojen yhteydessä haastateltiin sekä työntekijöitä että työnjohtoa työurakoinnista, töiden seurannasta ja mittaamisesta, sekä työnteon kehittämisestä. Näiden lisäksi tehtiin kysely, joka lähetettiin noin kolmelle sadalle kohdeyrityksen toimihenkilölle. Kyselyn aihepiirit liittyivät työurakointiin, työnteon mittaamiseen ja seurantaan, tuottavuusmittareihin (luku 4.4) ja niiden käyttöön, sekä tuottavuuden kehittämiseen. Haastatteluiden ja kyselyn kysymyspohjat löytyvät liitteistä 1,2 ja 3.

#### 4.1.1 Työmaiden seuranta

Työssä tutkitaan elementtiasennuksen nykytilaa ja mahdollisuuksia kehittää sitä koko kohdeyrityksen mittakaavassa tuottavammaksi. Kyseessä oli sisäinen benchmarking, johon oli valittu tuottavuusmittareiden (luku 4.4) perusteella kohdeyrityksen työsaavutuksiltaan paras elementtiasennusryhmä, sekä toinen ryhmä, joka tekee mahdollisimman samanlaista kohdetta. Työmaaseurantojen tarkoituksena oli selvittää se, mikä tekee tehokkaimmasta ryhmästä tehokkaan ja löytää parhaita käytäntöjä tehokkaimmalta ryhmältä muille jaettavaksi.

Työmaaseurannat tehtiin alkuvuodesta 2014. Kummallakin työmaalla seurattiin yhden kerroksen elementtikierron jokainen työvaihe, jotta näitä työvaiheita voidaan verrata toisiinsa ja löytää niiden väliset erot. Ensimmäisellä työmaalla seuranta tehtiin viisi peräkkäistä työpäivää ja seuraavalla työmaalla yhteensä neljä päivää kahden viikon aikana. Työmaaseurantojen tulokset on käyty läpi luvussa 5.

#### **4.1.2 Kysely**

Työurakointiin, työnteon seurantaan, sekä tuottavuuden mittaamiseen ja kehittämiseen liittyvä kysely lähetettiin noin kolmelle sadalle kohdeyrityksen toimihenkilölle. Kyselyn vastaanottajat valikoituivat toimihenkilöiksi, joilla on käyttöoikeudet tuottavuudenmittaus- tietokantaan. Kyseisessä ryhmässä on sekä työmaatoimihenkilöitä, että kiinteitä toimihenkilöitä eri puolilta Suomea. Kyselyyn vastaaminen oli vapaaehtoista ja vastaajat vastasivat siihen anonymisti. Vastauksia kyselyyn tuli yhteensä 31kpl.

Kyselyn tarkoituksena oli selvittää työmaiden käytäntöjä työnteon seurannasta ja tuottavuuden mittaamisesta, siitä miten ja kenelle työmenekkitietoja kerätään, sekä tuottavuusmittareiden käytettävyyttä, toimivuutta ja kehittämistarpeita. Kyselyn alussa oli lisäksi muutama kysymys työurakointiin liittyen.

#### **4.1.3 Haastattelut**

Haastatteluita tehtiin työmaaseurantojen yhteydessä. Haastateltavat olivat sekä työnjohtoa että työntekijöitä. Molempien vastaajaryhmien kysymykset olivat osittain samoja ja osittain vastaajaryhmäkohtaisia. Yhteiset kysymykset käsittelivät urakointia, työnteon mittaamista ja kehittämistä, sekä tuottavuusmittareita. Työnjohdolle oli lisäksi kysymyksiä työnteon seurannasta ja suunnittelusta. Kysymyspohjat löytyvät liitteistä 1 ja 2.

Haastattelut tehtiin sekä työnjohdolle että työntekijöille, koska haluttiin selvittää sekä suorittavan osapuolen että ohjaavan ja valvovan osapuolen näkemykset haastattelussa kysytyihin asioihin. Lisäksi työntekijöillä on työtä tekevänä osapuolena kokemusta itse työn tekemiseen liittyvistä haasteista, sekä niiden ratkaisemisesta. Työnjohtoon kuuluvia henkilöitä haastateltiin yhteensä kuusi ja työntekijöitä yhdeksän.

#### **4.1.4 Tietomallien käyttö rakennusmiehen apuna**

Työssä selvitettiin myös tietomallien käyttöä työntekijöiden apuna. Lähtökohtana selvitykselle oli eräällä kohdeyrityksen työmaalla työskennellyt aliurakoitsija, joka käytti omassa työssään tehokkaasti tietomallia apuna. Tietomallien käyttöön ja niiden nykytilaan tutustuttiin haastatteleamalla puhelimitse tietomallien käyttöön perehtynyttä kohdeyrityksen kehityspäällikköä. Kun haastattelusta oli saatu pohjatietoa tietomalleista ja niiden nykytilasta kohdeyrityksessä, tutustuttiin tarkemmin seurattavan aliurakoitsijan tapaan toimia.

Aliurakoitsijan työntekijöitä seurattiin kolmen päivän ajan työmaalla. Tarkoituksena oli selvittää miten he mallia käyttävät työmaan puolella. Lisäksi työmaaseurannan aikana haastateltiin neljää aliurakoitsijan työntekijää, sekä heidän työnantajansa, joka mallintaa työn alla olevat kohteet. Seurannan ja haastatteluiden tarkoituksena oli selvittää mitä mahdollisuuksia mallintaminen tuo työntekijöiden työn kehittämiseen. Lisäksi mallintamiseen liittyen haastateltiin vielä ohjelmistoyritys Teklan edustajia. Haastattelun tarkoituksena oli selvittää heidän näkökulmaansa tietomallien käyttöön työmailla, tietomallien käytön mahdollisuuksia työntekijöille, sekä selvittää eteen tulleita kokemuksia tietomallien käytöstä työmailla.

## 4.2 Kohdeyrityksen toiminnan vaikutukset tuottavuuteen

YIT:n visio on olla askeleen edellä, välittäen. Tämän vision toteuttamiseksi toimintojen kehitystyön on oltava jatkuvaa. YIT:n tavoitteena onkin vahvistaa kehittämisen kulttuuria koko organisaatiossa ja vision toteuttamisessa koko henkilöstö pyritään osallistamaan kehitystoimintaan. Jatkovaa kehittämistä tukee tulosjohtaminen, jonka avulla pyritään motivoimaan henkilöstöä jatkuvaan toiminnan kehittämiseen.

YIT:n strategiana toimii hallittu ja kannattava kasvu, joka pohjautuu omaperusteisten hankkeiden osuuden lisäämiseen jokaisessa liiketoimintaryhmässä. Tällöin koko YIT:n tasolla voidaan keskittyä laajemmin omaan ydinosaamiseen ja sitä kautta tehdä sitä mitä osataan parhaiten. Strategiaa toteutetaan myös aluerakentamisen avulla. Aluerakentamisen kautta voidaan vähentää rakentamisen ominaispiirteinä olevia hankkeiden, organisaatioiden ja työkohteiden yksilöllisyyttä ja vaihtuvuutta. Aluerakentaminen mahdollistaa organisaation pysyvyyden yksittäisten hankkeiden välillä ja samankaltaisten rakennusten rakentamisen samanlaisessa muuttumattomassa ympäristössä. Tällöin sekä hankeorganisaatiossa että toteuttavassa organisaatiossa voidaan käyttää hyväksi edellisessä työssä opittuja asioita ja hyvät käytännöt päästään siirtämään hankkeesta seuraavaan. Myös työntekijöille työmaalla tästä on etua, kun rakentaminen muuttuu kertaluonteisen tuotteen tekemisestä toistuvaksi työksi. Tällöin voidaan myös työntekijöiden puolella käyttää hyväksi edellisessä kohteessa opittuja kohteen ominaispiirteitä. Tämä kokemusten hyödyntäminen puolestaan mahdollistaa häiriöihin varautumisen jo ennalta ja kasvattaa työn tuottavuutta. (YIT vuosikertomus 2013)

YIT:n asuntorakentamisessa otetaan huomioon asiakkaiden tarpeet ja toiveet erilaisille asunnoille ja asuntojen sisäpuolien materiaalivalinnoille. Asiakkaiden valinnanvapaus on erittäin tärkeä asia, mutta samalla tuotteen monimuotoisuus laskee sen valmistustyön tuottavuutta. Esimerkiksi asuinkerrostaloissa tuotetaan pohjaratkaisuiltaan samantyyppisiä hyväksi koettuja asuntoratkaisuja ja päällekkäiset kerrokset ovat pohjaratkaisuiltaan samankaltaisia. Tällöin sekä tuotannon suunnittelu että toteutus

voidaan tehdä samalla tavalla jokaisen kerroksen osalta ja aina uuteen kerrokseen siirryttäessä päästään hyödyntämään edellisissä kerroksissa opittuja asioita. YIT:n asuntojen materiaali- ja kalustovalinnat ovat vakioituja tietyn vaihteluvälin sisälle. Asiakkaat pääsevät vaikuttamaan asuntojensa ulkonäköön ja kalusteisiin, mutta kuitenkin jokaisessa kohteessa vaihtoehtojen määrä pysyy hallinnassa. Tällöin yhdistyvät sekä asiakkaan valinnanvapaus että monimuotoisuuden pienentäminen, jolloin kohteen monimuotoisuus ei vaikuta liiaksi työn tuottavuuteen.

Vakiointi ei koske pelkästään rakennustuotannon tuloksena syntyvää rakennusta, vaan myös toimintoja yleisiä toimintoja työmailla. Hyvänä esimerkkinä toimintojen vakioinnista on työturvallisuuskäytännöt. Käytännössä jokaisella YIT:n työmaalla noudatetaan samoja työturvallisuusmääräyksiä ja työn tekemisen käytäntöjä. Tällöin työntekijöiden siirtyessä työmaalta toisella, he jo valmiiksi tietävät kuinka tulevilla työmailla tulee toimia, eikä työturvallisuuskäytäntöjen opettelemiseen kulu ylimääräistä aikaa. Ainoat erot työturvallisuuskäytännöissä tulevat vertailtaessa infra- ja talonrakennuspuolta, johtuen työmaiden ominaisuuksien eroista. Myös kesän 2013 aikana tehtyjen kesäharjoittelijahaastatteluiden perusteella töiden aloittaminen uudella työmaalla oli helppoa, aikaisemmin YIT:llä työskennelleet harjoittelijat tiesivät työmaiden työturvallisuusvaatimukset jo etukäteen.

Vakiointi koskee myös toimintoja työmaiden ulkopuolella. Konsernin johtoryhmä määritteli kaksi vuotta sitten keskeisimmäksi tavoitteekseen luoda vahvan ja yhtenäisen yrityskulttuurin koko YIT:hen. Vahvan ja yhtenäisen yrityskulttuurin luomiseen osallistui henkilöstöä työntekijöistä johtoon ja harjoittelijoista eläkeläisiin jokaisesta toimintamaasta. Tämän pohjalta luotiin YIT:n arvot ja johtamisen periaatteet. Tavoitteena näille arvoille ja periaatteille on, että jokainen YIT:läinen tiedostamattaan käyttäytyy arvojen ja johtamisperiaatteiden mukaisesti. Näin ollen henkilöstöllä on olemassa tietty toimintamalli, jonka mukaan työskennellä, eikä jokaisen henkilöstön jäsenen tarvitse keksiä samoja asioita uudelleen. (YIT vuosikertomus 2013)

### **4.3 Työn tuottavuuden mittaamisen nykytila kohdeyrityksessä**

Työmailla tehdään työtuntien seuranta, työvaiheiden seuranta ja työsaavutusten seuranta. Seurantatapaan ja aktiivisuuteen vaikuttaa huomattavasti se, onko seurannan kohteena aliurakoitsija vai oma työntekijä ja tehdäänkö tuntitöitä vai työurakkaa. Seurannassa on myös suuria alueellisia eroja, jonka lisäksi työmaiden ja työnjohtajien välillä on eroja töiden seurantatavassa ja aktiivisuudessa. Kokonaisuudessaan urakkatöissä seurataan työtunteja tarkemmin kuin tuntitöissä.

### 4.3.1 Työnteon seuranta työmailla

Jokaisella työmaalla on käytössä tavoitearvionseurantajärjestelmä (TAS). Järjestelmään on ennen hanketta kirjattu jokaisen työlajin, eli litteran lasketut työtunnit, materiaalimenekit ja kustannukset. Työmaan edetessä TAS:siin merkitään jokaiselle litteralle kertyneet hankinnat, menekit, työtunnit ja näistä kertyneet kustannukset.

Työmailla työntekijöiden tunteja pyritään seuraamaan työlajien mukaan. Tämä tarkoittaa sitä, että työnjohdolla tulee olla selvillä työntekijän viikon aikana tekemät työtehtävät ja niiden kestot, jotta ne saadaan sijoitettua oikeaan työlajiin. Työntekijöiden työtuntien seuraamiseen on käytännössä kaksi erilaista lähestymistapaa: joko työntekijä itse kirjaa tekemänsä tunnit ylös, tai työnjohto tekee tämän omien havaintojensa perusteella.

Kyselyn vastausten perusteella joillain työmailla työntekijät täyttävät itse omat tuntilistansa, joihin merkitään päivittäin tehdyt tunnit litteroitain. Tuntalista toimitetaan viikoittain työjohdolle tarkistettavaksi, jonka jälkeen siinä ilmoitetut työtunnit siirretään TAS:siin. Kyselyn vastausten perusteella eri töihin kuluneet tunnit kirjataan TAS:siin litteroitain korkeintaan kahden viikon välein, palkanlaskentaa varten tehtävien tuntilistojen laadinnan yhteydessä. Toinen vaihtoehto on että työnjohto pitää itse kirjaa työntekijöiden työlajikohtaisista työtunneista. Tämä tapa kuitenkin kuormittaa työnjohtoa huomattavasti. Esimerkiksi työmaalla, jossa on noin 20 työntekijää, yhdeltä työnjohtajalta voi kulua viikoittain yksi kokonainen työpäivä tuntilistojen tekemiseen. Tuntikirjanpidon tarkkuus voi myös kärsiä, mikäli työnjohto ei sitä päivitä aktiivisesti töiden edetessä. Viikon viimeisenä työpäivänä voi olla käytännössä mahdotonta selvittää jokaisen työntekijän viikon aikana tekemät työtehtävät ja niihin kuluneet ajat.

Kyselyn vastauksissa tuli ilmi, että työntekijöiden työtehtäviä pyritään järjestämään siten, että yhdellä työntekijällä on korkeintaan muutama eri työtehtävä päivän aikana. Tämä helpottaa samalla myös työtuntien seurantaan tuntikirjanpidon säilyessä yksinkertaisena. Joidenkin vastausten perusteella tunnit kirjataan aina tehtävänvaihdon yhteydessä tuntilistoihin, eli korkeintaan muutaman kerran päivässä, tai mikäli tehtävät eivät vaihdu lainkaan, viikoittain. Kiiretilanteet kuitenkin monimutkaistavat myös tuntikirjanpitoa, kun työntekijöitä siirretään kiireavuksi muihin työtehtäviin kesken heidän omien tehtäviensä.

Joillain työmailla työhön käytettyjen tuntien seuranta tapahtuu lähes täysin TAS:siin kirjattujen kustannusten kautta. Toteutuneet tuntimäärät ja ennakkoon mitoitettut tuntimäärät eivät välttämättä kuitenkaan kohtaa toisiaan, vaikka toteutuneet kustannukset olisivatkin hyvin lähellä laskettuja kustannuksia. Esimerkiksi työurakoinnin takia työsaavutukset tuntia kohden voivat olla suurempia, jolloin tehtävä saadaan tehtyä arvioitua pienemmällä tuntimäärällä, mutta samalla työurakoita tekevien

työntekijöiden tuottavuudesta riippuvainen KTA on suurempi, jolloin kustannuspuoli täyttyy pienemmillä työtunneilla.

Urakalla työskentelevien työntekijöiden työnteon seuranta on kyselyn perusteella hyvinkin tarkkaa. Urakkatöitä seurataan tuntikohtaisesti sekä työntekijöiden, että työnjohdon toimesta. Urakkatöissä työntekijät pitävät yleensä itse kirjaa töistään ja työnjohtaja kuittaa tehdyt tunnit päivittäin, tai joissain tapauksissa viikoittain. Tuntiseurannan lisäksi urakkatöistä tehdään välimittauksia vähintään kerran viikossa.

Esimerkiksi toisella seuranta työmaalla (lisää luvussa 5.3) työskennelleen urakkaryhmän etumies piti kirjaa jokaisesta elementtiasennusurakan aikana ryhmän tekemästä työtunnista. Tuntikirjanpitoon merkittiin työntekijäkohtaisesti työtehtävä jonka työntekijä oli tehnyt ja työhön kulunut aika. Työtehtävät merkittiin tuntikirjanpitoon riippumatta siitä kuuluiiko kyseinen tehtävä urakkaan vai ei. Myös urakkaryhmän ulkopuolella työskennelleiden työntekijöiden tunnit merkittiin urakkaryhmän tuntiin, mikäli he tekivät urakkaan kuuluvia tehtäviä. Urakkaan kuulumattomista tehtävistä kertyneet tunnit vähennetään kokonaisajasta, etteivät urakkatunnit kasva todellisuutta suuremmiksi ja samalla pienennä urakkatöistä maksettavaa korvausta. Toisaalta mitä enemmän tehtyjä työtunteja merkitään urakkaan kuulumattomiksi, sitä suuremmaksi tuntikohtainen korvaus urakkatöistä kasvaa ja samalla urakoinnista aiheutuva kokonaiskustannus kasvaa. Tämän takia työnjohdon tuli tarkistaa ja kuitata tuntikirjanpito päivittäin.

Urakkatöissä seurattun työmaan tapa on yleisesti käytössä haastatteluiden ja kyselyn perusteella. Tällöin urakkatunnit ja urakan ulkopuolelle kuuluvat tunnit saadaan eroteltua toisistaan yhteisymmärryksessä työntekijöiden ja työnjohdon välillä ja tunnit saadaan litteroitua oikeille työlajeille helposti.

Aliurakoitsijoiden tuntien seuranta poikkeaa täysin omien työntekijöiden työtuntien seurannasta. Aliurakoitsijoiden työtunteja seurataan erittäin tarkasti ja ne kuitataan hyväksytyiksi päivittäin, mikäli aliurakoitsija on työmaalla tuntitöissä. Urakalla työskentelevän aliurakoitsijan työtunteja ei puolestaan seurata yhtä tarkasti, kuin tuntitöitä tekevän. Urakalla työskentelevien aliurakoitsijoiden tapauksessa seurataan lähinnä aliurakoitsijoiden miesvahvuutta, työvaiheiden etenemistä ja aikataulussa pysymistä, sekä joissain tapauksissa myös kerätään toteutuneiden urakoiden työmenekkitietoja. Aliurakoitsijoista saadut menekkitiedot eivät kuitenkaan ole täysin tarkkoja, koska ne saattavat sisältää myös aliurakoitsijan työnjohtajan arvioita tehdyistä töistä ja niiden tekemiseen kuluneista ajoista.

Kyselyn perusteella voidaan sanoa että työtuntien seuraamisessa on suurta vaihtelua työmaiden välillä. Suurimmalla osalla työmaista työntekijöiden työhön käyttämiä aikoja seurataan järjestelmällisesti joko päivittäin tai viikoittain työntekijöiden itsensä tai



työnjohdon toimesta. Periaatteena on, että työntekijöiden työhön käyttämät tunnit merkitään ylös työajakohtaisesti. Mikäli työntekijät täyttävät itse tuntilistansa, työnjohto seuraa työmaakierroksien yhteydessä työntekijöiden tekemiä tehtäviä summittaisesti, jotta voidaan todeta työntekijöiden täyttämien listojen paikkaansa pitävyys. Kuitenkin muutamien vastausten perusteella työntekijöiden työhön käyttämiä aikoja ei juuri seurattu. vastauksien perusteella työnjohtajien välillä on eroja, toiset työnjohtajat seuraavat tarkasti työntekijöiden työtuntien kertymistä, toiset taas eivät.

#### **4.3.2 Työvaiheiden etenemisen seuranta**

Töiden etenemisen seurannassa oli myös vaihtelua työmaiden välillä. Pääasiassa seuranta tapahtui joko tavoitearvionseurantajärjestelmän, aikataulujen tai näiden molempien avulla. Töiden etenemisen havainnot tehtiin joko työmaakierrosten yhteydessä tai TAS:siin merkittyjen toteutuneiden määrien perusteella.

Aikataulupohjaista seuranta tehtiin eri työmailla eri tavoin. Yhteistä kuitenkin työmaille oli, että aikataulupohjaista seuranta tehtiin lähes jokaisen vastauksen perusteella. Toisilla työmailla työvaiheiden etenemisen seuranta oli paljon suunnitelmallisempaa kuin toisilla. Aikataulupohjainen seuranta oli pelkistetyimmillään pelkkää yleisaikataulun viivojen, eli päätyövaiheiden, seuranta paperilla, muiden työtehtävien seurannan tapahtuessa tekemättä / tehty -periaatteella.

Kyselyn perusteella joillain työmailla tehtiin työvaiheiden etenemisen seuranta päivittäin. Tällöin aikataulupoikkeamiin voidaan reagoida, ja myös reagoidaan välittömästi. Joidenkin vastausten perusteella työvaiheiden etenemistä seurataan puolestaan viikoittain. Osalla työmaista myös järjestettiin viikoittain aikataulupalaveri, jossa seurattiin työvaiheiden etenemistä suhteessa aikatauluun.

Vastausten perusteella paikka-aikakaavio on käytössä useammalla työmaalla. Paikka-aikakaavion etuna on se, että siitä on todettavissa poikkeamat tuotantonopeudessa, tehtävien fyysiset suorituspaikat ja niiden keskinäinen suorituserjestys. Muita työvaiheiden seurannassa käytettyjä aikatauluja olivat työvaihe aikataulu, joka on yleisaikataulua tarkempi, mutta kuitenkin melko karkea aikataulu ja 3-viikkois aikataulu johon on suunniteltu seuraavien kolmen viikon tehtävät. Aikataulujen pohjalta laaditaan viikkosuunnitelmat, johon suunnitellaan seuraavan viikon aikana suoritettavat työtehtävät.

Työvaiheiden etenemisen seurannan kautta työmailla voidaan ennustaa tulevaa ja suunnitella esimerkiksi tarvittavia resursseja. Erään vastauksen mukaan pitkäkestoisempien työvaiheiden alkua seurattiin erittäin tarkasti, jotta työvaiheen etenemä voidaan ennustaa toteutuneen alkutahdin mukaan. Työvaiheiden etenemisen seurannan tärkein anti on aikataulussa pysyminen. Ilman seuranta olisi mahdoton

todeta aikataulun pitävyys tai siitä jälkeen jääminen. Kun aikataulusta jälkeen jääminen huomataan riittävän ajoissa, siihen voidaan myös puuttua riittävän aikaisin, jolloin suurempia ongelmia ei ehdi syntyä. Tällöin voidaan joko lisätä tarvittava määrä resursseja, tai pidentää olemassa olevien resurssien käyttöaikaa ylitöiden avulla, jotta aikataulu saadaan kiinni ja voidaan varmistaa sen pitävyys jatkossa.

Vastausten perusteella työvaiheiden edistymistä havainnoidaan työmailla työmaakierrosten yhteydessä. Jokainen työnjohtaja tarkastaa omalla vastuullaan olevat työvaiheet ja vertaa niitä aikatauluihin. Työvaiheiden tarkempaa seuranta voidaan tehdä varsinkin laajemmilla työmailla esimerkiksi ottamalla jokin tietty alue työmaasta suurennuslasin alle ja seuraamalla tarkasti kyseisen alueen työvaiheiden etenemistä, työntekijämäärää kohteessa ja heille kertyviä työtunteja.

### **4.3.3 Työmenekkitietojen kerääminen työmailla**

Kyselyssä kysyttiin kohdeyrityksen toimihenkilöiltä sitä, kuinka ja kenelle työmenekkitietoja työmailla kerätään ja mihin niitä käytetään. Vastausten perusteella työmenekkitietojen keräystapoja oli lukuisia, mutta työmaita kuitenkin yhdisti se, että työmenekkitietoja kerätään.

Yksinkertaisimmillaan työmenekkitietojen keräys tapahtuu seuraamalla työmaalla työntekoa ja katsomalla päivän aikana tehdyn suoritteen määrän, eli esimerkiksi montako ikkunaa päivän aikana on asennettu. Selvästi laskettavissa olevien työlajien työsaavutuksia pyritään seuraamaan enemmänkin. Toinen yleisesti käytössä ollut tapa oli yhdistää suunnitelmista lasketut suoritemäärät ja tuntikirjanpito, jolloin saadaan helposti laskettua työsuoritusten määrä työntekijätuntia kohden, eli työsaavutus, tai tämän käänteisluku eli työmenekki. Kuitenkin tuntiseurannan ja suunnitelmien mahdollisten epätarkkuuksien vuoksi tarkkaa menekkitietoa ei välttämättä tällä tavoin saada.

Kyselyn vastauksissa tuli esille myös keskitetty työmenekkitietojen kerääminen: kehitysinsinööri tai muu vastaava henkilö kerää keskitetysti koko yksikön toteutuneiden työ- tai aliurakoiden tiedot alueellisen työmenekkitiedon ja kustannustason selvittämiseksi. Yksi tapa kerätä tietoa työmenekkeistä, ja samalla kustannuksista, on tavoitearvionseurantajärjestelmä. Toteutuneet työt kirjataan aina TAS:siin, jolloin järjestelmästä on saatavissa tiedot työlajien toteutuneista määristä ja kestoista. Työmenekit tarvitsee tosin laskea manuaalisesti tämän jälkeen.

Työmenekkitietoja kerätään, jotta saadaan tietoa työmailla toteutuneista työvaiheiden kestoista, kustannuksista ja resurssien käytöstä. Seuraavaa kohdetta laskettaessa työmenekkitieto on arvokasta, koska sen perusteella saadaan uusi työmaa laskettua aina

tarkemmin ja tarkemmin todellisuutta vastaavaksi. Tiedot saadaan myös päivitettyä vastaamaan uusimpia tuotantotapoja.

Työmenekkitietoa siis kerätään laskentaan, mutta myös muulle hankkeen suunnitteluun osallistuvalle henkilöstölle ja työnjohdolle, sekä joissain tapauksissa myös työntekijöiden ja työnjohdon välisiin urakkaneuvotteluihin. Työnjohdolle työmenekkitieto on arvokasta heidän tehdessään viikkosuunnitelmia, sekä suunnitellessaan työmaan tehtäviä ja varatessaan resursseja niiden hoitamiseksi. Työnjohto ja työpäälliköt käyttävät toteutuneiden urakoiden työmenekkitietoja myös uusien urakoiden valmistelussa ja sopimisessa.

Työlajeista on saatavilla laajasti tietoa ilman erillistä työmenekkitiedon keräämistä, mutta kyselyn perusteella hyvä täydennys teorian tietoon on työmailta hankittu toteutunut tieto. Jokainen työmaa on aina erilainen, joten pelkän teorian tiedon mukaan ei saada laskettua tarkasti seuraavien työmaiden tarvittavia tietoja. Kun työmenekkitietoja on kerätty riittävän laajasti erityyppisistä kohteista, on mahdollista laskea tulevia työmaita entistä tarkemmin vastaavien aikaisempien kohteiden mukaan. Ilman oikeaa työmenekkitietoa myös työmaan aikataulusuunnitelmaa vastaavaksi olisi mahdotonta. Työvaiheiden kestot ja aikataulut, sekä niiden toteutumisen mahdollistavat resurssit määritellään työmenekkien mukaan. Jos esimerkiksi tiedetään että jokin työvaihe tulee olla tehtynä kahdessa viikossa ja sen tekemiseen kuluu aikaa 160 työntekijätuntia, voidaan helposti laskea että tarvittava resurssi on silloin kaksi työntekijää.

Työmenekkitiedolla on arvoa myös vertailtaessa aliurakoitsijoita keskenään sekä oman työn ja aliurakoitsijoiden käytön kannattavuutta vertailtaessa. Aliurakoitsijoiden tapauksessa erittäin tärkeäksi asiaksi muodostuu lisäksi aliurakoitsijan ilmoittaman aikataulun tai työvaiheen keston realistisuus. Työn tilaaja osapuolelle on tärkeää voida todeta että aliurakoitsijan työsaavutukset ovat epärealistisia, mikäli ne todella ovat sellaisia. Tilanteissa, joissa aliurakoitsija ei saa töitään tehtyä määräajassa, aliurakoitsija saa usein viivästyssakot maksettavakseen, mutta sakot ovat kuitenkin rajattu YSE:n mukaan työpäiväkohtaisesti 0,1% määrään arvolisäverottomasta urakkasummasta. Lisäksi sakkojen enimmäismäärä on rajattu 50 työpäivään jolloin suurin sakkojen määrä on 5% arvolisäverottomasta urakkahinnasta. (YSE 1998) Tästä seuraa se, että viivästyksestä aiheutuvat sakot eivät välttämättä korvaa työmaalle viivästyksestä aiheutuvia todellisia haittoja. Varsinkin tilanteissa, joissa myöhästynyt työvaihe viivästyttää myös lukuisia muita työvaiheita, työmaan kokemat haitat voivat olla monin verroin sakkojen myötä tulevia korvauksia suurempia. Lisäksi on ajateltava työntekoa myös aliurakoitsijoiden näkökulmasta. Pitkällä aikavälillä toistuvat urakoiden epäonnistumiset ja niistä aiheutuvat korvaukset voivat kaataa varsinkin pienempiä urakoitsijoita, mikä ei ole kenenkään etu.

#### 4.3.4 Yhteenveto työn tuottavuuden mittaamisen nykytilasta

Tämän osion tavoitteena oli tutustua työn seurannan ja työmenekkitietojen seuraamisen nykytilaan kohdeyrityksen työmailla. Kyselyn ja haastatteluiden perusteella työvaiheiden etenemistä ja työhön käytettyjä työtunteja seurataan poikkeuksetta työmailla. Tämä on edellytys töiden oikea-aikaiselle suorittamiselle ja koko hankkeen etenemiselle suunnitellusti. Seurantatavat puolestaan vaihtelevat suuresti sen mukaan onko suoritettava osapuoli oma työntekijä vai aliurakoitsija ja tehdäänkö töitä työurakkana vai tuntitöinä. Myös alueellisia eroja seurantatavassa ja aktiivisuudessa on.

Työtuntien seurantaan oli kyselyn ja haastatteluiden mukaan kaksi tapaa: joko työntekijät täyttävät itse omat työtuntierittelyt litteroittain, tai työnjohtaja tekee tämän koko työmaan osalta. Mikäli erittelyt täytetään keskitetysti työnjohtajan toimesta, tulee seurannan olla jatkuvaa, jotta tehdyt työt osuvat oikeille litteroille. Tämä myös työllistää suuresti työnjohtoa. Toinen tapa työtuntien seurantaan on työntekijöiden itse täyttämät työtuntierittelyt. Myös tämä tapa työllistää työnjohtoa, joka tarkistaa tunnit, mutta huomattavasti vähemmän kuin työnjohdon täyttäessä keskitetysti työtuntierittelyt.

Omien työntekijöiden kohdalla työtuntien kertyminen ja työvaiheiden eteneminen on erittäin tarkkaa työntekijöiden tehdessä työurakkaa. Tuntitöiden seuranta puolestaan on enemmän summittaista, vaikka jokainen tehty työtunti meneekin jollekin litteralle. Aliurakoitsijoiden seuranta tapahtuu päinvastoin. Aliurakoitsijan tehdessä tuntitöitä heidän työtuntien seuranta ja erittely on hyvinkin tarkkaa ja aliurakoitsijan työskennellessä urakalla työtuntien seuranta vaihtuu lähinnä työvaiheen etenemisen seurannaksi.

Työmailla kerätään myös työmenekkitietoa, joka pohjautuu suoraan työaikojen seurantaan. Huolellisesti tehtyt työtuntierittelyt helpottavat huomattavasti työmenekkitietojen keräämistä, koska tällöin tarvitsee vain selvittää määrät ja verrata määriä tehtyihin työtunteihin. Yleisesti ottaen suoritteiden kokonaismäärät on saatavissa suoraan suunnitelmista tai tilauksista ja työhön kokonaisuudessaan käytetyt työtunnit esimerkiksi TAS:sista tai palkanlaskennasta. Päiväkohtaisia työmenekkitietoja joudutaan keräämään työmaalla kierrettäessä. Tällöin lähinnä verrataan nykytilaa esimerkiksi edellisen päivän tilaan, jolloin nähdään paljonko päivän aikana on saatu aikaiseksi.

#### 4.4 Tuottavuusmittarit

Työnteon ja työvaiheiden etenemisen seuranta tehdään työmailla. Seurantatapoja on kuitenkin lukuisia erilaisia. Jokaisella työmaalla ja jokaisessa yksikössä on omat tapansa, eikä tieto ole pääsääntöisesti kulkenut hyvin eri työmaiden ja yksiköiden

välillä. Sama asia koskee myös työmenekkitietojen keräämistä. Työmaille on näistä asioista tietoa, mutta sitä ei jaeta muille. Aikaisemmin ei ole ollut olemassa mitään yhteistä tapaa tiedon välittämiseen, mutta tähän asiaan on tullut muutos, tuottavuusmittarit.

Tuottavuusmittarit ovat keväällä 2013 käyttöön otettu, YIT:n Suomen rakentamispalveluiden käyttöön luotu työn tuottavuuden seurantajärjestelmä. Tuottavuusmittareiden tarkoituksena on selvittää määrättyjen, jokaisella talonrakennustyömaalla toistuvien työläjien työmenekkejä ja työsaavutuksia, sekä kustannustasoa. Tavoitteena tuottavuusmittareille on, että jokaisella kohdeyrityksen työmaalla tehtäisiin tuottavuudenmittaus vähintään kahdesta työmaiden itse valitsemasta työläjistä. Mitattavia työläjejä ovat rauditus, muottityöt, betonointi, elementtiasennus, alakatto- ja levyväliseinätyöt, sekä ovi- ja ikkuna-asennus. Tällä hetkellä tuottavuusraportteja on tullut yhteensä 196 kpl (11.8.2014).

#### **4.4.1 Yleistä tuottavuusmittareista**

Tuottavuusmittarit ovat Excel-taulukkoita, joihin työmailta kerätyt tiedot lisätään. Jokaiselle mitattavalle työläjelle on oma taulukkonsa. Taulukot sijaitsevat kohdeyrityksen intranetissä, joten jokaisella käyttöoikeudet omaavalla käyttäjällä on mahdollisuus sekä lisätä tietoja taulukoihin että käyttää niiden tietoja hyväkseen.

Jokainen rakennustyömaa on erilainen. Tämä asettaa haasteen myös tuottavuuden mittaamiselle. Tuottavuusmittareissa työmaiden erilaisuuden vaikutusta mittaustuloksiin on pyritty vähentämään mahdollisuudella yksilöidä työmaita, työtapoja, työryhmiä, sekä työn teknistä toteutusta riittävän tarkasti. Jokainen tuottavuusraportti voidaan yksilöidä liiketoimintaryhmäkohtaisesti, yksikkökohtaisesti tai työmaakohtaisesti, jonka lisäksi tuottavuusraportit voidaan jaotella jokaisen raporttiin syötetyn tiedon mukaan, jolloin mittareista saadaan ulos juuri halutunlaisten kohteiden ja työtapojen tietoja.

Tuottavuusmittareita varten työmailta kerätään tiedot kohteesta, työryhmästä, työmuodosta ja työn teknisestä toteutustavasta, sekä mitattavasta työläjistä. Nämä tiedot toimivat työmaiden erittelyperusteina. Tämän lisäksi työmailta kerätään tiedot työmäärästä ja työhön käytetyistä tunneista, sekä työtehtävän kustannuksista. Nämä kaikki tiedot syötetään Excel- taulukkoon, joka laskee määrä-, aika- ja kustannustietojen perusteella työmenekin yhtä työntekijää kohden, työsaavutukset sekä työkuntaa että yksittäistä työntekijää kohden, sekä yksikköhinnan ja työn tuntihinnan.

#### 4.4.2 Tietojen kerääminen ja tuottavuusmittareiden käytettävyys

Tuottavuusmittareissa tuottavuutta mitataan tuotos – panos periaatteen mukaisesti. Näistä tuotoksista ja panoksista lasketaan työmenekit ja työsaavutukset, joilla tuottavuuden taso ilmaistaan. Työmenekit ja työsaavutukset ovat T4 työnvaihe aikojen mukaisia menekkejä ja saavutuksia. Kohdeyrityksen toimihenkilöille tehdyssä kyselyssä kysyttiin muun muassa sitä, onko tuottavuusmittareiden mittaustapa oikea työn tuottavuuden selvittämiseksi. Lähes jokainen vastaajista sitä mieltä että työmenekit ja –saavutukset ovat oikea tapa mitata työn tuottavuutta. Kuvassa 10 on esitettyä kyselyyn osallistuneiden toimihenkilöiden mielipiteet tuottavuuden mittaustapaa koskien.

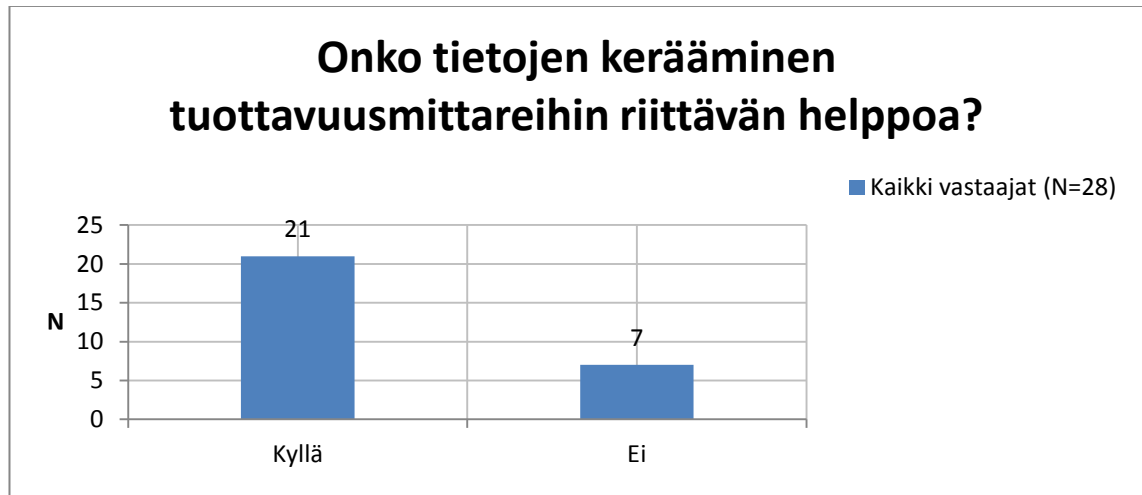


Kuva 10: Tuottavuusmittareiden mittaustavan oikeellisuus

Kokonaisuudessaan vastaajien mielestä tuottavuutta tulisi mitata juurikin työmenekkien ja työsaavutusten kautta. Sama asia tulee ilmi myös työmailla tehtyjen haastatteluiden vastauksissa. Työnjohtajien mukaan työmenekit ja työsaavutukset ovat juuri oikea tapa tuottavuuden mittaamiseen, koska ne ilmaisevat tuloksen, joka työstä syntyy. Työntekijöiltä asiaa kysyttäessä saatiin myös samansuuntaisia vastauksia, kappalemäärät ja aika ovat oikea tapa mitata tuottavuutta, kunhan mittauksien säännöt ovat samat kaikille.

Kyselyn vastaajien ja haastateltujen mielestä muita tapoja mitata työn tuottavuutta olisivat olleet laatutaso ja korjauskustannukset, aikataulut ja niissä pysyminen, työhön käytetty raha, sekä vertaaminen laskettuihin menekkeihin. Tuottavuuden mittaamista myös jälkitöiden määrän mukaan ehdotettiin, koska on mahdollista, että työ tehdään erittäin suurella tuottavuudella jälkitöiden määrän kasvaessa samassa suhteessa nimellisen tuottavuuden kasvun kanssa. Nämä asiat ovat kuitenkin jo tällä hetkellä tuottavuusmittareissa esillä, joten voidaan sanoa että tuottavuusmittareiden mittaustapa on oikea ja se sisältää tarvittavat tiedot työn tuottavuuden selvittämiseksi.

Tuottavuusraporttien tekemisen tulee olla riittävän helppoa, jotta ne eivät rasita liikaa työmaita ja ne saadaan osaksi jokapäiväistä työntekoa. Tämän vuoksi kyselyn vastaajilta kysyttiin sitä, onko tietojen kerääminen tuottavuusmittareihin riittävän helppoa. Vastaukset kysymykseen löytyvät kuvasta 11.



**Kuva 11: Tuottavuusmittareiden tietojen keräämisen helppous**

Osa tuottavuusmittareihin kerättävistä tiedoista on saatavissa suoraan TAS:sista, osa puolestaan joudutaan keräämään manuaalisesti. TAS:sista saadaan selvitettyä kustannukset, tavoitehinnat ja työhön käytetty aika, mikäli se on litteroitu huolellisesti. Manuaalisesti puolestaan joudutaan keräämään kohteen erityispiirteet, työryhmän tiedot ja mitattavan työläjien tekniset asiat, kuten mittauksen kohteena olevat rakennetyypit ja työmenetelmät.

Kuvan 11 mukaan neljännes vastaajista oli sitä mieltä, että tietojen kerääminen tuottavuusmittareihin ei ole riittävän helppoa. Vastaajilta kysyttiinkin kuinka tietojen keräämistä voisi helpottaa. Vastauksissa tuli ilmi muun muassa se, että tällä hetkellä tuottavuusmittareita varten tehdään eräänlainen jälkilaskenta osin kerätyistä ja osin arvatuista tiedoista. Tämä voitaisiin vastauksen perusteella välttää kehittämällä kaavake urakkalaskennan ja tehtäväsuunnitelman liitteeksi kelpaavaan muotoon, jolloin työvaiheen suunnittelun ja seurannan kautta saisi tarvittavat tiedot myös tuottavuusmittariin raportoitavaksi, eikä erillistä laskentaa tarvitsisi tehdä.

Muita tietojen keräämistä helpottavia asioita kyselyn vastauksissa olivat työtuntien tarkka litterointi tuntiappuihin, työntekijöiden mukaanotto mittauksiin, sekä useamman rakennuksen työmailla rakennusten erittely TAS:siin, jolloin saadaan eri rakennuksiin kertyneet tunninit eriteltyä myös tuottavuusmittareihin suoraan TAS:sin tiedoista. Vastauksien perusteella myös tietotekniikan käyttö varsinkin vanhempien työnjohtajien osalla asettaa omat haasteensa tuottavuusmittareiden teolle. Vanhemmat työnjohtajat usein delegoivat tuottavuusmittareiden teon nuoremmille, jotka puolestaan joutuvat etsimään tarvittavat tiedot muiden tekemistä seurannoista.

Erään vastauksen perusteella työmaille tarvittaisiin enemmän tietoa tuottavuusmittareista, sekä opastusta mittareiden käyttöön ja tietojen keräämiseen. Työmaaseurantojen aikana, kun tuottavuusmittareita esiteltiin työnjohdolle, kävi ilmi että tuottavuusmittareista on työmailla kuultu, mutta niistä ei juurikaan tiedetä, eikä niiden sisältämiä tietoja käytetä. Ensimmäisellä työmaalla kukaan ei ollut mittareita tarkastellut, saati tuottavuusraporttia tehnyt. Toisella työmaalla työnjohtaja oli aikaisemmin tehnyt yhden tuottavuusraportin, mutta tämän jälkeen asia oli jäänyt unohduksiin. Molemmilla työmailla muisteltiin, että sähköpostia tuottavuusmittareihin liittyen oli saatu, mutta sähköpostia tulee niin paljon että yksittäinen viesti hukkuu massaan. Ongelmana on se, että tuottavuusmittarit eivät ole työmailla jokapäiväinen asia, mittauksia vaaditaan tehtäväksi vain kaksi kappaletta koko työmaan aikana, jolloin ne myös jäävät unohduksiin helpommin. Kuitenkin kun yhden raportin on tehnyt, seuraavan raportin tekeminen on huomattavasti helpompaa. Tuottavuusraportin teosta kysyttiin erikseen puhelimitse kahdelta raportin tehneeltä toimihenkilöltä. Toinen teki itsellensä ensimmäisen raportin, jolloin tietojen keräämiseen ja toiminnan opetteluun kului aikaa reilut pari tuntia, joka on pitkä aika kiireisellä työmaalla. Toinen raportin tehneistä toimihenkilöistä puolestaan oli kerännyt aikaisemminkin tiedot tuottavuuden mittausraporttia varten ja hän kertoi aikaa raportointiin kuluneen vajaan tunnin verran. Myöskään tällä toimihenkilöllä ei ollut viimeaikaista kokemusta raportin teosta, vaan edellisestä raportoinnista oli kulunut aikaa vajaan vuoden verran. Ensimmäisellä kerralla tuottavuusraportin tekemiseen aikaa siis kuluu melko kauan, mutta kokemuksen karttuessa työ helpottuu ja nopeutuu.

Myös kohdeyrityksen toimihenkilöille lähetetyssä kyselyssä selvitettiin työmaiden tietoisuutta tuottavuusmittareiden olemassaolosta. Kyselyn vastausten perusteella voidaan sanoa, että työmailla sekä tiedetään että ei tiedetä tuottavuusmittareista. Samalla kysyttiin myös sitä, kuinka tietoisuutta voidaan kasvattaa. Kyselyn vastausten perusteella sähköposti ei ole oikea tapa markkinoida tuottavuusmittareita, vaan asiaa pitää esitellä työmailla ja sitä kautta saada työmaat sitoutettua tuottavuusmittareiden tekoon. Tuottavuusmittareiden käyttöön sitouttaminen tapahtuisi kyselyn vastausten perusteella parhaiten organisaation sisällä ylhäältä alaspäin. Ensimmäisenä sitoutetaan yksiköiden tuotantopäälliköt, jotka puolestaan velvoittavat työpäälliköt viemään asian eteenpäin. Työpäälliköiden tehtävänä on taas sopia omien työmaidensa kanssa mitattavista työläjeistä. Kyselyn vastauksissa asia ei tullut esille, mutta myös aikataulu mittausraporttien tekemiseen olisi asia, jolla työmaita saataisiin sitoutettua tuottavuusraporttien tekoon. Jokainen sovittu tuottavuudenmittaus on tarkoitus lisätä tietokannasta löytyvään mittarointisuunnitelmaan. Mikäli mittarointisuunnitelmaan lisättäisiin myös raportointi päivämäärä, tulisi raportin teko työmaille jossain vaiheessa myös ajankohtaiseksi, eikä sitä voisi siirtää muiden töiden jälkeen tehtäväksi.



Kyselyssä selvitettiin myös edellytyksiä tuottavuudenmittaus raporttien teolle. Vastauksien perusteella raportit voidaan tehdä ajanjaksolla kahdesta viikosta kahteen kuukauteen työvaiheen loppumisen jälkeen. Yleisesti ottaen raportit voidaan tehdä heti, kun kaikki kustannukset ovat tiedossa ja työvaiheiden loppuselvitykset on tehty. Esimerkiksi elementtiasennuksen ja levyväliseinätöiden osalta tähän voi kulua aikaa jopa kaksi kuukautta. Pienemmissä töissä raportit voidaan tehdä nopeammalla aikataululla. Raportoinnin sujuvuuden kannalta oleellista on, että raporteissa tarvittavien tietojen seuraaminen on hallinnassa jo toteutuksen aikana.

Kyselyssä selvitettiin eri tapoja tuottavuusraporttien tekemiseen. Vastauksien perusteella tuottavuusmittareiden tekijät vaihtelevat suuresti yksiköittäin. Joidenkin vastausten perusteella jokainen työnjohtaja huolehtii omien töiden mittauksista, toisten vastausten perusteella taas työmaalla on yksi vastuuhenkilö, kuten vastaava mestari, joka tekee kaikki työmaan tuottavuuden mittaukset. Joidenkin vastausten perusteella raportit puolestaan tehdään keskitetysti esimerkiksi työmaainsinööriin, kustannussuunnittelijan tai kehitysinsinööriin toimesta.

Koska tuottavuusmittauksia vaaditaan tehtävän vain kaksi kappaletta jokaista työmaata kohden, ei niiden teosta synny työmailla rutiinia ja jokapäiväistä toimintaa. Tuottavuusmittareiden raporttien tekoa helpottaisi se, että jokaisessa yksikössä olisi yksi henkilö, joka kokoaa tarvittavat tiedot keskitetysti. Tällöin tuottavuusmittareiden teko olisi tälle yhdelle henkilölle toistuvaa, eikä hänen tarvitsisi opetella raportointia aina uudestaan. Tämä yksi henkilö pystyy TAS:sista hakemaan sieltä löytyvät tiedot ja ottamaan yhteyttä työmaahan loppujen tarvittavien tietojen selvittämiseksi.

Kokonaisuudessaan tuottavuusmittareiden suurimpana haasteena on niiden käyttöönotto. Järjestelmä on vielä verrattain uusi, varsinkin työmaiden kestoon verrattuna. Tuottavuusmittarit ovat olleet käytössä tällä hetkellä noin vuoden verran, joka samalla tarkoittaa sitä että joidenkin toimihenkilöiden osalta tehdään vielä ensimmäistä työmaata, jonka aikana tuottavuuden mittauksia on tarkoitus tehdä. Vaikeimpana asiana tuottavuuden mittausraporttien teossa on ensimmäisen raportin teko. Kun ensimmäinen raportti on tehty, tiedetään myös miten seuraava raportti tehdään ja mitä tietoja tuottavuusmittareista on mahdollista saada, eli miten niistä voidaan itse hyötyä.

#### **4.4.3 Tuottavuusmittareiden käyttökohteet**

Tuottavuusmittareista saadaan tietoa mitattavien työlajien työmenekeistä ja työsaavutuksista, sekä kustannuksista. Näitä tietoja voidaan käyttää tuotannon johdossa aina tuotantopäälliköstä työnjohtajiin. Lisäksi samoja tietoja voidaan käyttää laskennassa, kun lasketaan uutta kohdetta, sekä hankinnassa, kun mietitään työn suoritusta omien työntekijöiden ja aliurakoitsijoiden välillä. Yleisesti työmenekkitietoja

käytetään kohteiden laskennassa ja työ kustannusten määrittämisessä, aikataulujen laadinnassa, sekä resurssisuunnittelussa.

Jokaisella työmaalla on paljon muuttujia sekä itse työmaassa että toteuttavassa organisaatiossa. Tällöin myös työmaan aikataulujen laadinnassa tulee ottaa monta asiaa huomioon. Tuottavuusmittareissa pystytään yksilöimään sekä työmaita että mitattuja työvaiheita toteuttaneita työkuntia. Tämä mahdollistaa sen, että vastaavien toteutuneiden kohteiden menekeillä pystytään aikatauluttamaan myös seuraavia samankaltaisia kohteita, jolloin tulevaa työmaata ei tarvitse suunnitella keskiarvo työmenekkien avulla. Tuottavuusmittareista on saatavilla myös työkontakohtaiset työmenekkitiedot, joka puolestaan mahdollistaa entistä tarkemman aikataulu ja resurssisuunnittelun. Kun tiedetään, mikä työkonta työmaalle on tulossa, voidaan aikataulu suunnitella heidän toteutuneiden työmenekkien varaan. Toisaalta aikataulun ollessa jo aikaisemmin määritettynä, voidaan mahdollinen lisäresurssien tarve tarkastaa jo etukäteen työmaalle saapuvan työkontan työsaavutusten avulla. Tuottavuusmittareista saadaan siis kohdennettua työmenekkitietoutta, kunhan tuottavuusraportteja on riittävän paljon saatavissa.

Asiat muuttuvat kaiken aikaa myös rakennusmaailmassa. Työkalut ja työmenetelmät kehittyvät ja samalla vaikuttavat työn tuottavuuteen ja sitä kautta myös työmenekkeihin ja työsaavutuksiin. Kun tuottavuusmittareihin tehdään uusi tuottavuusraportti, saadaan aina uusinta työmenekkitietoa työmailta. Tätä uusinta tietoa on mahdollista hyväksikäyttää aina seuraavan kohteen laskemisessa ja aikatauluttamisessa, jolloin esimerkiksi aikataulut voidaan laatia vastaamaan nykyistä hetkeä.

Tuottavuusmittareiden käyttöä töiden aikatauluttamiseen myös testattiin työmaaseurantojen yhteydessä. Ensimmäisen seuranta työmaan elementtiasennusryhmältä oli tuottavuusmittareissa yhteensä kolme mittaustulosta. Näiden mittaustulosten mukaisilla työmenekeillä laskettiin seurannassa olleen kohteen elementtiasennuksen kiertonopeus. Tulos vastasi todellisuutta varsin hyvin. Toteutunut kiertonopeus kyseisessä kohteessa oli 5,5 työvuoroa kerrosta kohden, joka tarkoitti yhteensä 176 työntekijätuntia per kerros. Tuottavuusmittareista saadun kyseisen työkontan keskiarvotyömenekin ja kerroksen elementtimäärän mukaan laskettu tuntimäärä kerrosta kohden olisi ollut 183 työntekijätuntia. Kyseinen elementtiasennusryhmä oli ulkoistanut kaideasennukset kohteessa, joten todellinen ja laskettu tuntimäärä olivat hyvin lähellä toisiaan. Kyseisen työmaan työmaainsinöörin mukaan tämä asia auttaa suuresti kahdella tapaa. Ensinnäkin, ryhmäkohtainen menekkitieto auttaa aina tarkempien ja tarkempien aikataulujen laadinnassa ja toisekseen, tarvittavat resurssit voidaan tarkistaa jo ennen töiden aloitusta, jolloin myös aikataulussa pysyminen saadaan varmemmaksi.

Tuottavuusmittareiden käyttökohteisiin liittyen kyselyn ja haastatteluiden vastauksissa tuli esille useampaan otteeseen työurakoiden suunnittelu ja sopiminen. Tuottavuusmittareista saatuja tietoja voidaan käyttää työkaluna myös uusien työurakoiden neuvotteluissa ja sopimisessa. Kun tiedetään mitä on aikaisemmin saatu aikaiseksi, voidaan myös tulevaisuudessa näitä menekkitietoja käyttää työurakoiden sopimisen pohjana. Toinen asia työurakointiin liittyen on vertailu aliurakoitsijoiden ja omien urakkaryhmien välillä. Tuottavuusmittareista saaduilla työmenekeillä voidaan perustella, mikäli siihen on aihetta, omien työ kuntien käyttöä myös tulevaisuudessa.

Myös poikkeamien löytäminen onnistuu tuottavuusmittareiden avulla. Koska aikaisemmin ei ole ollut olemassa Suomen kattavaa järjestelmää tuottavuuden seurantaan, yksiköissä ei ole voitu seurata oman toiminnan eroja muiden toimintaan, vaan vertailu on tapahtunut yksiköiden sisällä. Tällöin vertailukohteina ovat olleet aikaisemmat työsaavutukset tai vastaavaa työtä tehneet muut kyseisen yksikön työ kunnat. Tämä ei kuitenkaan kerro yksikön tasosta koko kohdeyrityksen mittakaavassa, jolloin ei tiedetä todellisuudessa omia kehitystarpeita tai omia vahvuuksia. Yksi poikkeamien tuoma kehittämisen mahdollisuus on Best Practice tutkimus. Kun löydetään työsaavutuksiltaan parhaat työryhmät, voidaan samalla tutkia näiden parhaiden ryhmien toimintaa ja oppia sitä kautta tekemään asiat paremmin myös muualla. Esimerkiksi tähän diplomityöhön liittyen on tutustuttu tuottavuusmittareiden kautta löydetyn, työsaavutuksiltaan parhaan elementtiasennusryhmän toimintaan ja luotu tämän pohjalta koulutusaineistoa elementtiasennustyön kehittämistä varten.

#### **4.4.4 Yhteenveto tuottavuusmittareista**

Tutkimuksessa selvitettiin muun muassa tuottavuusmittareiden mittausten kohteen oikeellisuutta, mittareiden käytettävyyttä ja käytön helppoutta, sekä käyttökohteita. Selvitys tehtiin kyselyn ja haastatteluiden avulla. Kyselyn ja haastatteluiden vastaajat olivat lähes yksimielisiä siitä, että tuottavuuden mittaustapa on oikea, eli työmenekit ja saavutukset ovat oikea tapa mitata tuottavuutta, koska ne ilmaisevat tuloksen joka työstä syntyy. Eniten huolta aiheutti mittareihin syötettävien arvojen oikeellisuus, kuten jälkitöiden ja käytettyjen työtuntien määrät.

Tuottavuusmittareiden käytettävyyttä koskeviin kysymyksiin hajontaa tuli hieman enemmän. Neljännos vastaajista oli sitä mieltä, ettei mittareihin syötettävien tietojen kerääminen ole riittävän helppoa. Ongelmat koskivat tietojen keruuta jälkikäteen, mikäli tuottavuus mittaukset tehdään vasta kyseisten töiden päätyttyä ja tietotekniikkataitoja varsinkin vanhempien työnohtajien osalta. Myös käytön opastusta toivottiin ensimmäisten tuottavuusmittausten teon tueksi.

Tuottavuusmittarit ovat verrattain uusi järjestelmä vielä, jota ei vielä ole täysin otettu käyttöön jokaisella työmaalla, eikä työmaita ole vielä saatu sitoutettua järjestelmän

käyttöön. Työmaiden sitouttaminen tuottavuusmittausten tekemiseen on ensiarvoisen tärkeää, jotta järjestelmää pystytään hyödyntämään täysipainoisesti. Työmaita tulee lähestyä tuottavuusmittareiden käyttöönottoon liittyen suoraan linjaorganisaatiossa ylhäältä alaspäin. Ensin sitoutetaan tuotantopäälliköt, jotka hoitavat viestin viennin työpäälliköille jotka puolestaan sitouttavat työmaat tuottavuuden mittaamisiin. Sähköpostilla työmaiden tietoisuuden lisääminen ja sitouttaminen ei ole kannattavaa toimintaa, koska sähköpostia tulee päivän aikana niin paljon, että yksittäinen viesti hukkuu massaan.

Tuottavuusmittareita voidaan käyttää monella eri tavalla tuotannon tukena, sisäiseen benchmarkingiin ja kuten tässä tutkimuksessa on tehty, työsaavutuksiltaan parhaiden työkuntien löytämiseen. Tuotannon tueksi tuottavuusmittareista saadaan työmenekkitietoja töiden suunnitteluun ja esimerkiksi tarkennettuja työmenekkejä kohdetyypeittäin tai työkunnittain. Eri yksiköiden työmenekkejä tai esimerkiksi työkustannuksia vertailemalla voidaan havaita yksikkökohtaisia eroja, joiden mukaan tai joiden avulla toimintaa voidaan kehittää. Sama asia pätee tietenkin myös omien työkuntien ja aliurakoitsijoiden töiden vertailuun, jolloin on mahdollista selvittää kuinka kannattavaa aliurakointi tai oma työ on.

## **4.5 Työn tuottavuuden kehittäminen kohdeyrityksessä**

Työn tuottavuutta voidaan kasvattaa muun muassa erikoistumalla tiettyihin työlajeihin, tuotteistamalla työlajeja esimerkiksi työsisältöjen ja työtapojen vakioimisen kautta, sekä työurakoinnilla. Seuraavissa kappaleissa tutustutaan tarkemmin kohdeyrityksen työntekijöiden erikoistumiseen, sekä työtehtävien sisältöjen vakioimiseen ja työurakointiin.

### **4.5.1 Erikoistumisen mahdollisuudet ja haasteet**

Tutkimuksen kohdeyrityksellä on Suomessa yhteensä 15 asuntorakentamisen, toimitilarakentamisen ja talonrakentamisen yksikköä. Yksiköt sijaitsevat eri puolilla Suomea erikokoisilla markkina-alueilla, minkä vuoksi yksiköiden välillä rakentamisen volyymissä on suuria eroja. Suurimmat yksiköt sijaitsevat pääkaupunkiseudulla ja suurimmissa kaupungeissa. Kohdeyrityksen työntekijät puolestaan ovat pääsääntöisesti yksikön omia työntekijöitä, jotka työskentelevät vain yhden yksikön työmailla.

Suurimpien yksiköiden rakentamisen volyymi on niin suuri, että yksikön sisällä on jokainen rakentamisen vaihe käynnissä samanaikaisesti. Tämä mahdollistaa sekä työntekijöiden että työkuntien erikoistumisen tiettyihin työlajeihin. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että osa työntekijöistä ja työkunnista tekevät työmailla vain yhtä hyvin osaamaansa tehtävää ja sen valmistuttua he siirtyvät seuraavalle työmaalle toistamaan saman työvaiheen. Työntekijöiden erikoistuminen tiettyihin työlajeihin mahdollistaa työntekijöiden kehittymisen oman työalajinsa huippuosaajiksi. Työkuntien kohdalla

tilanne on sama, mutta mikäli työkunnat pysyvät kasassa aina työmaalta toiselle siirryttäessä, mahdollistaa se myös työkunnan sisäisen kehittymisen, jolloin ryhmän osaaminen ja sitä kautta myös ryhmän tekemien tuotoksien summa kasvaa suuremmaksi kuin ryhmän yksittäisten työntekijöiden aikaansaamien tuotoksien summa olisi. Töihinsä erikoistuneet työntekijät ja työkunnat muistuttavat tavallaan aliurakoitsijoita, joita hankitaan työmaille tekemään jokin tietty työsuoritus, jonka he osaavat hyvin. Käytännössä nämä erikoistuneet työntekijät ja työkunnat ovatkin yksikön sisäisiä aliurakoitsijoita.

Pienemmissä kohdeyrityksen yksiköissä yhteen tiettyyn työlajiin erikoistuminen ei käytännössä ole mahdollista, koska työmaiden määrä on niin vähäinen, ettei vain yhtä työlajia tekeville työntekijöille ja työkunnille olisi jatkuvasti töitä tarjolla. Tällöin olisi kuitenkin mahdollista koota monitoimityökuntia, jotka suorittavat työmaan rakentamisen alusta loppuun. Myös tämä mahdollistaisi työkuntien koossa pysymisen työmaalta seuraavalle siirryttäessä ja samalla myös työntekijöiden olisi mahdollista kehittyä ryhmänä, vaikka yksittäiseen työlajiin erikoistumisen hyötyjä ei saavutettaisikaan.

#### **4.5.2 Työurakointikonsepti**

Työntekoa on tuotteistettu kohdeyrityksessä työurakointikonseptin avulla. Työurakointikonsepti muodostaa kohdeyrityksen työurakoiden pohjan määrittäen työurakoiden sisältämät työtehtävät, työn alku- ja lopputilan, siihen liittyvät tehtävät, sekä yksikköhinnat, joilla työ tehdään. Työurakointikonseptin etuna on työurakoiden toistettavuuden lisääminen. Työntekijäosapuoli tietää aina uuteen kohteeseen siirtyessään tulevien työtehtävien perusrungon, mitä työurakassa vaaditaan tehtäväksi ja työnjohtajat tietävät mitä työtehtäviä työurakoissa kuuluu vaatia. Näin ollen jokaisessa kohteessa ei aina erikseen tarvitse määritellä jokaista työurakan sisältämää tehtävää erikseen ja kuluttaa siihen ylimääräistä aikaa. Työurakointikonseptin työsisältö on määritetty yleisimmissä työmaille toistuvissa työlajeissa joita tehdään omilla työntekijöillä.

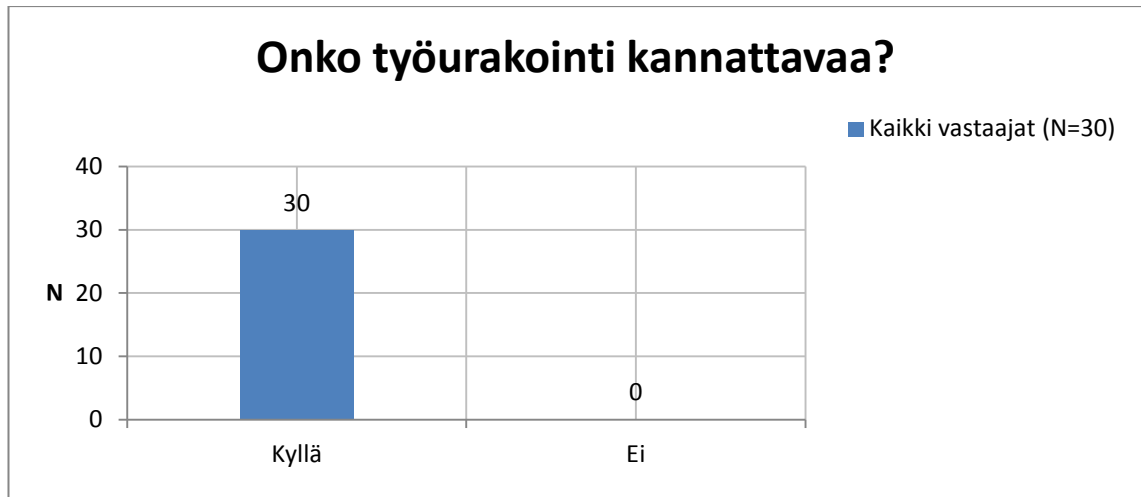
Työurakointikonseptin mukaisen työsisällön soveltuvuutta elementtiasennustyöhön selvitettiin työmaavierailujen yhteydessä tehdyillä haastatteluilla. Sekä työnjohtajat että työntekijöiden mukaan työurakointikonseptin työsisältö vastaa melko hyvin todellisia työurakoiden työsisältöjä. Ideaalitilanteessa ideaalityömaalla työurakointikonseptin sisältö vastaa täysin toteutettavaa työsisältöä, mutta varsinkin erikoiskohteissa täytyy työurakointikonseptin työsisältöä tarkentaa. Ensimmäisellä työmaalla työntekijät kertoivat ottaneensa työurakointikonseptin töistä poiketen mukaan omiin töihinsä myös ylimääräiset nostot. Työryhmällä on kaiken aikaa nosturi käytössä ja työntekijöistä kolme on holvilla valmiiksi ottamassa nostoja vastaan, yhden ollessa alhaalla hoitamassa elementtien nostoja, joten myös muiden nostojen hoitaminen

elementtiasennustyön ohessa oli looginen valinta lisätyöksi. Myös toisella seurannassa olleella työmaalla työntekijät toteuttivat joitain pieniä lisätöitä työurakointikonseptin työsisällön lisäksi. Heidän mukaansa yleensä pienet ylimääräiset työt tehdään itse, jotta ei tarvitse odotella töiden etenemistä. Suuremmat urakkaan kuulumattomat työt puolestaan merkitään ventaksi. Pääasiassa toteutettavat elementtiasennusurakat kuitenkin vastaavat sisällöllisesti työurakointikonseptissa mainittua elementtiasennusurakkaa.

Työntekijöiltä ja työnjohdolta kysyttiin myös tuleeko töiden aikana paljon hetkiä, jolloin ei päästä tekemään omaa työtä, vaan joudutaan odottamaan muiden tehtävien valmistumista. Jokainen työntekijöistä vastasi kieltävästi kysymykseen, heidän mukaansa työt on järjestetty siten, että kaiken aikaa päästään viemään töitä eteenpäin. Myös työnjohdon mielestä odotusaikoja kyseisillä työkuunnilla tulee elementtiasennuksessa erittäin harvoin, jos laisinkaan. Ainoat hetket, jolloin kyseisten työkuuntien jäsenet joutuvat työnjohdon mukaan odottamaan omia töitään, aiheutuvat sääoloista, suunnitelmamuutoksista tai toimituksista. Työntekijät puolestaan kertoivat että mikäli aikaisemmissa kohteissa on tullut odotusaikoja, työnjohdolle on ehdotettu työurakan sisällön laajentamista siten että jokaiselle työntekijälle riittää töitä koko työssä olo ajaksi. Kokonaisuudessaan työurakointikonseptin mukainen työsisältö on ainakin elementtiasennustöissä juuri oikeanlainen. Työurakointikonseptin mukaisella työsisällöllä elementtiasennusta tehdessä jokainen työntekijä työllistyy tasaisesti ja jokaiselle työntekijälle riittää töitä koko työssäoloajaksi.

#### **4.5.3 Työurakointi**

Työurakoinnilla tarkoitetaan kohdeyrityksen omien työntekijöiden urakkatyöskentelyä. Työurakointi on yksi tapa kasvattaa työn tuottavuutta, sillä se motivoi työntekijöitä työskentelemään tehokkaammin työstä maksettavan palkan riippuessa työsuorituksesta. Työurakoinnille ominaista on työntekijöille maksettavan palkan määrän kasvu, vaikka se ei työurakoinnin itseisarvo olekaan. Työntekijöiden keskituntiansio nousee, mikäli töiden tuottavuus on noussut, sillä urakkatöistä maksetaan palkkaa saavutusten mukaan. Työurakointi on sekä työnantajan että työntekijän etu. Työnantajalle työurakointi mahdollistaa työn tuottavuuden kasvun, jolloin työt saadaan tehtyä nopeammin ja mahdollisesti myös kokonaishinnaltaan edullisemmin. Työntekijöille työurakointi puolestaan antaa mahdollisuuden vaikuttaa omaan palkkaansa, jolloin työntekijöiden on mahdollista saada työstään suurempi korvaus. Pelkkä työn tuottavuuden nouseminen ei kuitenkaan tee työurakointia kannattavaksi työnantajan näkökulmasta, vaan tuottavuuden tulee nousta suhteessa enemmän, kuin sen seurauksena nousseet työvoimakustannukset. Kohdeyrityksen toimihenkilöille lähetetyssä kyselyssä kysyttiin, onko heidän mielestään työurakointi kannattavaa. Vastaajien mielipide kysymykseen löytyy kuvasta 12.



**Kuva 12: Työurakoinnin kannattavuus.**

Vastaajat olivat yksimielisiä työurakoinnin kannattavuudesta. Jokainen kolmestakymmenestä kysymykseen vastanneesta vastaajasta oli sitä mieltä, että työurakointi on kannattavaa. Toisin sanoen työurakoinnin tuloksena tuottavuus vastaajien mielestä kasvaa kustannuksia enemmän.

### **Työurakoinnin hyödyt ja haitat**

Kyselyn vastausten perusteella työurakoinnista on hyötyä sekä työnantajalle että työntekijöille. Työnantajan työstä maksama kokonaishinta on vastausten perusteella yleisesti pienempi, vaikka työntekijät saavatkin paremman korvauksen tekemästään työstä. Työurakoinnin avulla työn tuottavuus paranee ja sitä kautta myös kilpailukyky markkinoilla paranee. Työurakointi on ajankäytön maksimointia, työt tehdään nopeammin ja ennen kaikkea kerralla valmiiksi asti. Myös työn laatu on vastausten perusteella parempaa, koska työurakat ovat sidottuja laatuun ja mikäli laatu on huonoa, tehdään laatutason vaatimat korjaukset samalla urakkahinnalla. Tämä motivoi työntekijöitä tekemään myös parempaa laatua heti ensimmäisellä kerralla.

Yhtenä työurakoinnin hyvistä puolista on se, että tiedetään mitä saadaan. Työvaiheiden ennustettavuus paranee niin kustannuksien kuin aikataulun puolesta. Työurakasta aiheutuvat kustannukset voidaan määrittää ja niitä voidaan hallita melko tarkasti koko työvaiheen osalta jo hyvissä ajoin etukäteen yksikköhintojen perusteella. Vastausten perusteella työvaiheet myös pysyvät työurakoinnin seurauksena paremmin aikataulussa, jolloin tulevaisuutta voidaan ennustaa paremmin ajallisesti ja samalla voidaan töiden eteneminen myös suunnitella tarkemmin. Lisäksi aikataulujen pitävyys poistaa töiden viivästymisestä johtuvan uudelleen aikatauluttamisen ja työvaiheiden päällekkäisyyksien muodostumisen.

Työurakointi toimii työntekijöiden motivaation lähteenä, kun oma palkka on riippuvainen omasta tehdystä työstä. Tämä johtaa siihen, että työntekijät ja työkunnat

ovat sitoutuneempia yhteisten tavoitteiden saavuttamiseen ja työkunnat ovat paremmin itseohjautuvia töiden limityksen suhteen. Työurakointi kannustaa työntekijöitä oma-aloitteisuuteen ja työvaiheeseen perehtymiseen, jolloin työt saadaan myös tehtyä tehokkaammin. Tämä helpottaa myös työnjohdon töitä, kun tiedetään ilman valvontaakin työntekijöiden todella tekevän töitä. Toinen työurakoinnin vaikutus työnjohtoon on se, että työntekijät vaativat myös työnjohdolta enemmän. Työntekijät vaativat työnjohtoa tekemään omat työnsä paremmin, jotta työvaiheisiin on varauduttu huolellisesti, ne on suunniteltu huolellisesti ja esimerkiksi materiaalitoimitukset ovat ajoissa ja materiaalia myös on riittävästi kaiken aikaa tarjolla. Näin ollen työurakoinnin seurauksena molemmat osapuolet, sekä työntekijät että työnjohtajat, tekevät työnsä huolellisemmin ja tehokkaammin.

Työurakoinnin seurauksena työntekijät ovat myös halukkaita kehittämään omaa toimintaansa. Työntekijät saavat vapaammat kädet työvaiheen toteuttamiseksi menetelmän ja käyttämänsä työajan suhteen ja työkunnilla on myös usein omia innovaatioita oman työnsä tehostamiseksi tai helpottamiseksi. Tämä puolestaan vaikuttaa työn tuottavuuteen niin lyhyellä kuin pitkälläkin aikavälillä.

Kyselyssä selvitettiin myös työurakoinnin haittapuolia. Suurimmat haitat urakoinnista liittyivät mahdollisiin työturvallisuustason ja laatutason heikkenemisiin, odotustunteihin ja niistä aiheutuviin kustannuksiin, ryhmähenkeen työkunnan sisällä ongelmatilanteissa, sekä tuntityöntekijöiden ja urakkatyöntekijöiden välisten palkkojen eroihin ja siitä mahdollisesti aiheutuvaan kateellisuuteen.

Mikäli urakkatöissä tulee kiire, työntekijöiden henkilökohtainen riskinotto mahdollisesti kasvaa, jotta työt saadaan tehtyä ajallaan. Kiireen seurauksena myös virheiden määrä saattaa kasvaa kun työntekijät pyrkivät mahdollisimman nopeaan suoritukseen. Laadun heikkeneminen kuitenkin näkyy myös työkunnan palkoissa, joka puolestaan voi aiheuttaa ryhmähengen kiristymistä ryhmän sisällä. Lisäksi tuntitöitä ja urakkatöitä tekevien työntekijöiden palkkatasojen erot voivat aiheuttaa kateutta ja ilmapiiriin kiristymistä työmaalla ja urakkatyötä tekevien työntekijöiden oletettavasti suurempi palkkataso voi muodostua lähtökohdaksi myös tuntihinnalla töitä tekeville työntekijöille. Myös urakkatyötä tekevien työntekijöiden ja työkonttien asenne voi joissain tapauksissa olla sellainen, että työstä pitäisi saada suurempi ansio työsaavutuksista välittämättä vain siksi, että työ tehdään nimellisesti urakalla. Tämä ei kuitenkaan ole työurakoinnin tarkoitus.

Työurakoinnissa mahdollisia ongelmia aiheuttavat myös odotustunnit, jolloin työntekijät tai työkunnat eivät pääse tekemään omaa urakkatyötään esteettä. Kyselyn vastausten perusteella tietyille henkilöille ja työkunnille tulee urakkatöistä huolimatta ylimääräisiä tuntitöitä huomattavia määriä. Tosin tämä ongelma on mahdollista poistaa riittävän hyvin määritetyllä urakan työsisällöllä ja töiden suunnittelulla ja tahdistuksella.



Ongelmia mahdollisesti aiheuttaa joissain tapauksissa myös muiden huomioon ottaminen. Urakalla työskennellessä on mahdollista että tehdään omat työt täysin muista välittämättä, jolloin kokonaisuus kärsii, vaikka yksittäinen työvaihe etenisi erittäin joutuisasti. Kuitenkin kokonaisuudessaan työurakoinnin hyödyt ovat huomattavasti sen haittoja suuremmat, kuten kuvan 12 mukaan voidaan todeta. Tämän vuoksi työurakointi onkin kannattava tapa työn tuottavuuden kasvattamiseen.

#### 4.5.4 Työurakoinnin ja työnteon kehittäminen

Työurakointi on haastatteluiden ja kyselyn perusteella kaikin puolin hyvä asia ja sen avulla on mahdollista päästä parempiin saavutuksiin. Tämän vuoksi työurakointiastetta tulisi kasvattaa. Esimerkiksi talonrakennusyksiköissä työurakointiaste vuoden 2013 jälkimmäisellä puolikkaalla oli reilut 25 %, joten suurin osa töistä tehdään vielä muuten kuin työurakoina. Haastatteluiden perusteella työurakoiden saaminen on työntekijöistä ja työkunnista riippuvaa ja työurakoiden saamisessa työntekijöiden oma aktiivisuus on tärkeää. Työurakointi on työntekijälle ennen kaikkea mahdollisuus kasvattaa omaa palkkaansa, mutta ensimmäisten työurakoiden vastaanottamista haastatteluiden mukaan ”pelätään”. Ensimmäisten työurakoiden tekeminen on haastavaa, koska ei välttämättä tiedetä oman osaamisen tasoa eikä oman osaamisen vaikutusta omaan palkkaan. On mahdollista, ettei oma osaaminen riitäkään parempaan ansioon, vaikka työtä pyrkisi tekemään paremmin. Haastatteluissa nousi esille tuottavuusmittareihin liittyen tiedon jakaminen myös työntekijöille. Tällöin olisi mahdollista nähdä esimerkiksi oman työn tuottavuuden taso, mikäli omista töistä on tehty tuottavuusraporttia, sekä oman tason suhde muihin samaa työtä tekeviin työntekijöihin ja työkuntiin. Varsinkin aloitteleville työntekijöille ja työkunnille tämä olisi suuri etu.

Ensimmäisen työurakan sopimiseen ja vastaanottoon liittyy mahdollisesti myös epätietoisuutta niiden tekemisestä, niistä neuvottelemisesta ja vastaanottamisesta. Haastatteluiden perusteella kaikki vastaavat mestarit eivät suoranaisesti kannusta työurakointiin, jolloin aloite työurakointiin pitäisi tulla työntekijöiltä itseltään. Tämä puolestaan voi olla suuri kynnys työurakoiden tekemiselle, mikäli työntekijät eivät ole täysin tietoisia työurakoiden tekemiseen liittyvistä käytännön asioista ja mekanismeista jolla työurakasta voisi lähteä neuvottelemaan. Työmailta haastatteluiden yhteydessä saadun palautteen mukaan Erikoisjoukko- koulutuksien yhteydessä järjestetty työurakointikoulutus on ollut hyödyllinen työurakointiin liittyvien käytännön asioiden ja tietoisuuden lisäämisessä ja sitä kautta lisännyt valmiuksia työurakointiin. Tämän perusteella työntekijöitä tulisi ohjata enenevissä määrin koulutuksiin, joissa heitä opastetaan työurakointiin.

Toinen työurakointiin liittyvä haaste on urakkatyötä tekevien työkuntien ja työntekijöiden ikä. Vaikka haastatteluiden otanta oli pieni, nousi esille se, että nuoria työntekijöitä tulisi myös innostaa mukaan työurakoihin. Yksi mahdollinen tapa tähän olisi yksittäisten työntekijöiden mukaanotto valmiisiin työkuntiin. Tällöin yksittäinen työntekijä pääsisi opettelemaan työurakointia kokeneempien, jo pidempään urakkatyötä tehneiden työntekijöiden kanssa. Kuitenkin uuden työntekijän lisääminen jo olemassa olevaan työkuntaan laskee valmiin työkunnan tuottavuutta huomattavasti ainakin hetkellisesti. Yksi mahdollinen ratkaisu tähän asiaan olisi uuden työntekijän asteittainen sisällyttäminen työurakkaan, jolloin esimerkiksi ensimmäisessä kohteessa uusi työntekijä olisi 50 % palkkiolla mukana työkunnan toiminnassa, seuraavassa kohteessa suuremmalla palkkiolla ja lopulta täydellä urakkapalkkiolla. Tällöin jo olemassa olevan työkunnan ansiot eivät laskisi ja saataisiin uusia työntekijöitä työurakoihin mukaan.

Haastatteluihin perusteella työmaiden organisaatiot ja työkunnat kasataan liian tapauskohtaisesti, josta seuraa se että käytännössä samanlaisia rakennuksia tehdään aina uusilla organisaatioilla. Tällöin organisaatiot eivät pääse oppimaan toistensa tapoja eivätkä pääse kehittymään yhdessä paremmiksi ja samalla tuottavammiksi. Työmaaseurantojen yhteydessä tehdyissä haastatteluissa haastateltiin myös tuottavuusmittareiden perusteella kohdeyrityksen työsaavutuksiltaan tehokkaimman elementtiasennustyökunnan työntekijöitä ja heidän työnjohtajiaan. Vastauksissa korostui muun muassa kokemus, esivalmistelu ja ennakointi, oikea työjärjestys ja ryhmän keskinäinen työnjako. Työkunta oli työskennellyt pitkään yhdessä ja heidän työntekoaan leimasi luja tiimihenki ja saumaton yhteistyö ja yhdessä tekeminen. Myös ryhmä itse oli huomannut pitkän yhdessäolon ja yhdessä työskentelyn edut. Erään haastattelun vastauksen perusteella jokainen ryhmän jäsen tekee omat työnsä automaattisesti ilman miettimistä ja ylimääräisiä liikkeitä sovittaen oman tekemisensä ryhmän muiden jäsenien tekemiseen. Sen myös huomaa, mikäli joku työkunnan vakiojäsenistä on poissa: vaikka tilalle tulisi kuinka pätevä työntekijä, menee opetteluun aikaa. Rutiinit ja kokemus ovat erittäin tärkeitä työn tuottavuuden kannalta. Työkunnan jäsenten mukaan ryhmän yhteisestä kokemuksesta on hyötyä heti työurakan alusta alkaen. Aloituspääläverissa osataan ottaa kantaa tuleviin työvaiheisiin ja niiden resurssitarpeeseen, aikatauluun ja työmenetelmiin, koska tiedetään mihin ryhmänä pystytään. Mikäli ryhmä työskentelisi ensimmäistä kertaa yhdessä, ryhmän jäsenet tietäisivät luultavasti mihin itse pystyisivät tai mitä itse osaavat, mutta ryhmän yhteinen työnteke ja yhteiset työsaavutukset olisivat vielä hämärän peitossa. Vastausten perusteella pitkään yhdessä pysynyt ryhmä osaa ottaa huomioon myös vanhat kokemukset vastaavista työkohteista, jolloin on mahdollista varautua ennalta mahdollisiin häiriöihin, eikä tarvitse toistaa samoja virheitä aina uudestaan. Pitkään yhdessä työskennellyt ryhmä pystyy myös ennakoimaan tulevaa omassa työssään. Kun tiedetään mitä jokainen ryhmän jäsen tekee ja mitä tulevina päivinä tehdään, voidaan ryhmän jokaisen jäsenen tulevia töitä esivalmistella aina ryhmän yhden jäsenen saadessa omat työnsä valmiiksi ja tällä tavoin olla kaiken aikaa yhden askeleen edellä

omissa töissä. Tästä seurauksena puolestaan on se, että töitä ja työvaiheita voidaan viedä kaiken aikaa eteenpäin ilman omassa vaikutuspiirissä olevia häiriöitä. Toisin sanoen työnteko muuttuu häiriötilanteiden korjaamisesta jatkuvaksi työvaiheen edistämiseksi. Haastatteluiden perusteella työntekijät toivoisivat pysyvyyttä työryhmissä ja koko työmaan organisaatioissa, jolloin päästäisiin tekemään samoilla työntekijöillä ja samalla organisaatiolla uutta työmaata edellisen työmaan valmistuessa.

Eräs haastatteluissa esille noussut asia oli palautteen saaminen. Palautteen saaminen on tärkeää kehittymisen kannalta, jotta saadaan tietoa omista vahvuuksista ja heikkouksista. Vahvuuksien selvittäminen avaa mahdollisuuksia jakaa osaamista muualle ja heikkouksien selvittäminen puolestaan mahdollistaa oman kehittymisen. Haastatteluiden perusteella palautteen saaminen omista töistä ei ole kuitenkaan itsestäänselvyys. Varsinkin tilanteissa, joissa työkunta tai työntekijä tekee työmaalla vain tiettyä työvaihetta ja siirtyy tekemään samaa työvaihetta seuraavalle työmaalle, töistä ei juuri palautetta saada. Palautetta olisi hyvä saada työkunnalle tai työntekijöille suoraan joko vastaavalta mestarilta tai omalta työnjohtajalta, jotka ovat seuranneet työntekoa työmaalla ja siten ovat perillä työkunnan tai työntekijän työskentelystä. Palautetta tulisi saada yleisesti ainakin omista työmenekeistä ja työsaavutuksista, jolloin seuraavan työurakan suunnittelu ja laskenta työkunnan sisällä helpottuisi. Haastatellut olivat kaikki elementtiasentajia, joten palautetta toivottiin juuri elementtiasennustyöhön liittyvistä asioista, kuten mahdollisista lämpövuodoista ja Elpo- hormielementtien tiivisteiden pitävyydestä. Yleisesti ottaen palautetta toivottiin omasta työnjäljestä ja työn laadusta. Myös työ kustannuksista toivottiin palautetta. Mikäli työ kustannukset ylittävät tavoitearvion, pystyy työkunta seuraavassa kohteessa miettimään miten toimintaa saadaan tehostettua ja kustannuksia karsittua ilman, että kustannuksia pienennetään työntekijöiden palkan kautta.

Eräs haastatteluissa esille tullut keino palautteen saamiseksi olisi ”pullapitko ja pannullinen kahvia”, eli työkunta ja työvaiheen työnjohtaja tapaisivat kahvin ja pullan äärellä ja tekisivät työvaiheen palautekeskustelun siinä vaiheessa työurakan jälkeen, kun työurakka on päättynyt ja seuraavat työvaiheet, joihin työurakan työnjälki vaikuttaa, olisivat myös loppusuoralla. Tällöin sekä työurakan onnistumiset että epäonnistumiset ja niiden vaikutukset olisivat tiedossa ja ne pystyttäisiin välittämään työkunnalle, joka voisi panostaa jatkossa näiden asioiden korjaamiseen. Mikäli töistä ei saada palautetta, on mahdollista että kohteesta toiseen toistetaan samoja virheitä ja kuvitellaan että työt ovat sujuneet myös näiden virheiden osalta hyvin. Palautetilaisuudessa olisi mahdollista käydä myös työn tuottavuuspuoli läpi esimerkiksi tuottavuusmittareihin tehdyn raportin kautta. Tällöin työntekijät voivat myös kommentoida kohteen tai rakennustavan vaikutusta tuottavuusmittarin lukemaan. Useamman kohteen jälkeen olisi mahdollista seurata myös työntekijöiden tai työkunnan kehittymistä, tasoa muihin samaa työtä tekeviin ryhmiin ja selvittää sitä kautta mahdollisia koulutustarpeita. Laatuasioiden

läpikäynti taas auttaa työntekijöitä parantamaan oman työn jälkeä. Haastatteluiden perusteella työntekijöillä olisi sekä halua saada palautetta että kehittää itseään.

Tutkimuksen kohdeyritys on yksi Suomen suurimmista rakennusliikkeistä ja suurin asuntorakentaja. Välittömänä seurauksena tästä on se, että kohdeyrityksellä on lukuisia työmaita ympäri Suomea, joissa tehdään samoja asioita lukuisilla eri tavoilla. Vaikka jonkin tietyn asian tekemiseen ei olisikaan yhtä ja ainoaa oikeaa tapaa, on samojen töiden ja työläjien tekemiseen olemassa tuottavuudeltaan parempia ja huonompia tapoja. Kun eri työläjien parhaat käytössä olevat toimintatavat on tunnistettu, voidaan näitä toimintatapoja jakaa myös muille työntekijöille ja työkunnille, jotta myös muualla voitaisiin tehdä työtä tuottavimmalla tavalla. Tällä hetkellä osaaminen ja tehokkaimmat työtavat löytyvät jo kohdeyrityksen sisältä, ne pitää vain tunnistaa sekä jakaa ja myydä myös muille työntekijöille ja työkunnille. Haastatteluissa kysyttiin sekä työntekijöiden että työnjohtajien mielipidettä tiedon jakamiseen ja toiminnan kehittämiseen valituissa työläjeissa. Haastateltujen mielestä menetelmiä parhaiden toimintatapojen jakamiseen olisivat ainakin henkilötasolla tapahtuvat koulutukset, tapaamiset ja seurannat, sekä projektipankkityyppiset sähköiset tiedonvälitystavat, joihin työmailla päästäisiin käsiksi.

Nykyteknologia mahdollistaa tiedon keräämisen eri puolelta Suomea nopeasti esimerkiksi sähköiseen projektipankkiin. Kyseinen projektipankki voisi toimia esimerkiksi kohdeyrityksen sisäisenä sosiaalisena medianana, johon olisi mahdollista lisätä kuvia, videoita ja tekstiä työvaiheista ja vastaan tulleista ongelmista tai ratkaisuja ongelmallisiin työvaiheisiin. Tällöin projektipankki toimisi jo itsessään tiedonvälityskanavana hyville käytännöille ja pienille työtä helpottaville ideoille. Samalla projektipankkia olisi mahdollista käyttää ongelmanratkaisun työkaluna esimerkiksi tilanteissa joissa videoidaan ongelmallinen työvaihe ja pyydetään muilta käyttäjiltä neuvoa siitä, miten muualla kyseinen työvaihe tehdään.

Mikäli tällainen järjestelmä luotaisiin, tulisi sen käytön olla mahdollisimman helppoa ja töiden todelliset asiantuntijat, eli työntekijät, tulisi saada sen aktiivisiksi käyttäjiksi. Muutoin järjestelmä suurella todennäköisyydellä jäisi pienelle käytölle, eikä siitä siten saataisi irti kaikkea hyötyä. Tällä hetkellä kohdeyrityksen toimihenkilöillä on käytössä työnantajan tietokoneet, joilla pääsee sisäiseen tietoverkkoon ja sähköisiin järjestelmiin, mutta työntekijöillä ei ole vastaavaa mahdollisuutta. Haastatteluiden aikana työntekijöiden keskuudesta nousi esille toive siitä, että myös heillä olisi mahdollisuus käyttää kohdeyrityksen tietojärjestelmiä esimerkiksi taukotilassa sijaitsevan työmaan yhteisen tietokoneen avulla, jota olisi mahdollista käyttää esimerkiksi taukojen yhteydessä. Tällainen mahdollistaisi myös työntekijöiden pääsyn projektipankkiin, jossa käsiteltäisiin työnteon kehittämistä ja erilaisia tapoja tehdä eri työläjeja ja näihin asioihin tutustuminen olisi mahdollista ottaa vapaaehtoiseksi osaksi esimerkiksi kahvi- ja ruokataukoja. Mikäli järjestelmän käyttö olisi riittävän helppoa ja työntekijöillä olisi

mahdollisuus itsenäisesti sekä tutustua sen sisältöön että tuottaa lisää sisältöä, olisi järjestelmällä myös mahdollisuus tulla osaksi jokapäiväistä työntekeä.

Mikäli sähköinen projektipankki luotaisiin ja saataisiin aktiiviseen käyttöön, mahdollistaisi se työntekijöiden omaehtoisen työnteon kehittämistoiminnan ja tiedonjaon eri puolille Suomea. Työntekijät pääsisivät yhdessä kehittämään omaa toimintaansa, jakamaan tietoa erilaisista mahdollisuuksista, sekä ratkomaan ongelmia yhdessä. Samalla tämä toiminta tukisi kohdeyrityksen arvoja, kun henkilöstöä osallistettaisiin kehitystoimintaan. Samaa järjestelmää olisi mahdollista käyttää toiminnan kehittämistarkoituksessa myös työkuntien ja työnjohdon välillä käytävissä työurakkaa koskevilla neuvotteluilla. Haastatellut ehdottivat, että mikäli omasta työlajista olisi kerättyä parhaita käytäntöjä ja työntekeä helpottavia niksejä, olisi työurakan aloituspalaveri hyvä tilaisuus niiden läpikäymiseksi. Tällöin aloituspalaverissa mukana oleva työnjohtaja esittelisi uusimman materiaalin työntekijöille, jotka voivat ottaa tarvittaessa käyttöönsä muualla hyväksi koettuja tapoja kyseisen työn tekemiseen. Työurakan aikana puolestaan työntekijät työnjohtajan avustuksella dokumentoisivat omia työtapojaan ja lisäisivät materiaalin sähköiseen projektipankkiin.

Haastatteluiden perusteella kohdeyrityksen asuntorakentamisen liiketoimintaryhmän sisällä jaetaan jokaiselle työmaalle laatutiedotetta, joka sisältää laadun kannalta hyvät ja huonot ratkaisut, sekä yleisimmät laadulliset puutteet. Haastateltujen mukaan tämä on ollut hyvä tapa jakaa työmaille tietoa laadusta. Lisäksi kohdeyrityksen työmaille sattuneet työtapaturmat raportoidaan ja raportit lähetetään kootusti jokaiselle työmaalle tutustuttavaksi. Nämä työturvallisuusraportit tulostetaan jokaisella työmaalla työntekijöiden taukoihin taukolukemiseksi ja niitä myös työmaille luetaan. Myös työn tuottavuuteen vaikuttavista hyvistä käytännöistä olisi mahdollista jakaa tietoa tällä tavoin. Tämä kuitenkin vaatisi työmailta aktiivisuutta työmenetelmistä raportoimiseen, sekä tahon, joka koostaisi raportit lähetettäväksi jokaiselle työmaalle. Mikäli aikaisemmassa kappaleessa kuvailtu sähköinen projektipankki hyvistä menetelmistä toteutuisi, olisi sen kautta mahdollista kerätä tietoa myös työmaille lähetettäviin tuottavuuden kehittämisraportteihin.

Henkilötasolla tapahtuvaan tiedonvälitykseen haastatellut antoivat muutamia eri vaihtoehtoja. Yksi mahdollinen tapa jakaa tietoa työntekijöiltä toisille olisi eräänlaiset koko Suomen laajuiset ammattipäivät, joihin kokoontuisi muutaman kerran vuodessa työkuntien etumiehiä tai muita edustajia ja työnjohtajia sekä työmaainsinöörejä käymään läpi valittua työlajia. Tällöin tietoa olisi mahdollista siirtää suoraan työntekijältä toiselle, sekä työntekijöiltä työnjohdolle ja päinvastoin. Samalla molemmat osapuolet saisivat kyseenalaistaa nykyisiä toisen osapuolen näkemyksiä, kertoa omia ammatillaisen näkemyksiä eri asioista sekä kehittää itseään muiden ammattitaidon avulla. Tällaisessa tilaisuudessa avoimuus olisi erittäin suuressa roolissa, kuten myös

ennakkovalmistautuminen. Tilaisuuteen osallistuvien työmaiden edustajien tulisi ennakkoon kerätä ja dokumentoida tietoa omien työmaiden tavoista tehdä valittua työlajia, jotta sitä olisi tilaisuudessa mahdollista esitellä ja vertailla. Käytännössä tämä tarkoittaisi valokuvien tai videoiden ottamista työmailla, joiden avulla osallistujien olisi mahdollista esitellä kyseistä työtapaa myös muille. Lisäksi työ kuntien ja työmaiden edustajien olisi hyvä listata jo ennakkoon asioita, jotka he kokevat ongelmallisiksi, jotta näitä asioita voitaisiin ratkoa yhdessä.

Ammattipäivien aikana tulisi käydä läpi myös valitun työlajin tuottavuusmittareiden tiedot, jotta tuottavuusmittareita saataisiin tehtyä tutummiksi eri puolille Suomea ja sekä työntekijät että työnjohto pääsisivät näkemään työlajin nykytilan ja tuottavuuden kehittymisen tai kehittymättömyyden. Lisäksi tuottavuusmittareiden avulla saataisiin esitettyä tilaisuuteen osallistuville parhaat työmenekkitiedot, eli mahdollisuudet joita valitun työlajin työn tuottavuuden kehittämiseen liittyy ja samalla motivoitua osallistujia kehittämään omaa toimintaansa. Varsinkin työurakoita tekeville työntekijöille parhaiden työsaavutusten ja työmenekkien esittäminen luultavasti toimisi hyvänä motivaation lähteenä ja innostaisi ottamaan kaiken irti koulutuksesta. Huolimatta siitä, että tilaisuudessa esiteltäisiinkin tuottavuusmittareiden perusteella parhaat työmenekkitiedot, pitäisi samalla painottaa sitä, ettei ole väärää tai huonointa tapaa tehdä töitä, vaan jokaisella työkunnalla on omat tapansa tehdä töitä ja jokaisella on mahdollisuus oppia muiden tavoista tehdä töitä. Vaikka joillain työkunnilla työn tuottavuus olisikin kokonaisuudessaan heikkoa verrattuna parhaimpiin työkuntiin, on mahdollista että he ovat aikojen kuluessa ratkaisseet muualla ongelmalliseksi koettuja työvaiheita ja tällöin myös työsaavutuksiltaan parhaat työkunnat voisivat kehittyä vielä paremmiksi muiden avulla.

Eräänlaista henkilötasolla tapahtuvaa tiedonjakoa on jo kohdeyrityksen erikoisjoukkokoulutuksissa ollutkin. Näistä tilaisuuksista sekä työnjohtajat että työntekijät antoivat hyvää palautetta. Haastatteluissa yhdeksi vaihtoehtoksi ammattipäiville nousi juuri erikoisjoukkokoulutuksien yhteydessä tapahtuva tiedonjako tuottavuuteen vaikuttavista tehokkaimmista työskentelytavoista. Tällöin erikoisjoukkokoulutuksissa sekä käytäisiin läpi, että kerättäisiin tehokkaimpia työskentelytapoja eteenpäin jaettaviksi.

Muita henkilötasolla tapahtuvia parhaiden käytäntöjen jakamisia haastatteluiden perusteella olisivat erilaiset työ kuntien tapaamiset, jolloin kaksi samaa työtä tekevää työkuntaa tapaisivat ja keskenään kävisivät läpi omat työnsä. Tällöin ei välttämättä selvitettäisi tehokkainta tapaa tehdä kyseistä työtä, mutta työkunnat tai työntekijät pääsisivät vertailemaan itseään ja omaa työntekoa muihin, jolloin tapaamisen toiselta osapuolelta olisi mahdollista oppia esimerkiksi pieniä työntekoa helpottavia niksejä, sekä samalla kehittää omaa toimintaa. Lisäksi haastatellut ehdottivat erilaisia työnteon

seurantoja, joissa koko työkunta tai työkunnan yksittäinen jäsen käy seuraamassa muiden samaa työtä tekevien työ kuntien työskentelyä muilla työmailla.

Tiedon jakamiseen liittyy myös ongelmia. Haastatellut kertoivat, että jonkinlaista työ kuntien yhteistä toiminnan vertailua on jo kokeiltu, mutta laihoiin tuloksin. Ongelmaksi muodostui se, ettei kukaan juuri kertonut omista asioistaan ja tilaisuuteen osallistuneet olivat asennoituneet siten, että oma tapa on aina paras tapa, jolloin todellista muilta oppimista ei ollut tapahtunut. Kuitenkin osallistujien ennakkovalmistautumisella olisi mahdollista välttää näitä ongelmia. Mikäli jokainen kerää omat työskentelytapansa ja itse kokemansa ongelmat jo ennakkoon, tulee ne asiat myös varmemmin käytyä läpi.

Lisäksi haastatteluissa nousi esille suunnittelun ohjauksen merkitys rakennustyön tuottavuudelle. Työntekijät olivat huomioineet sen, että vaikka pohjimmiltaan tehdään aina samankaltaisia rakennuksia, jokainen rakennus sisältää suunnittelijasta riippuvia erikoisuuksia, joiden opetteluun menee aikaa. Lisäksi rakenteet muuttuvat aina työmaalta toiselle siirryttäessä, vaikka elementtitaloja tehtäisiinkin. Myös suunnittelun virheet toistuvat työmaalta toiselle, rakenteista tehdään suotta liian monimutkaisia, vaikka samanlaiset rakenteet olisi mahdollista toteuttaa paljon yksinkertaisemmin, eikä suunnittelupuolella tapahdu kehitystä juuri laisinkaan. Haastateltujen mielestä pitäisi suunnittelua ohjata sellaiseksi, että työmailla päästään tekemään sellaisia rakennuksia, joita kohdeyrityksessä on totuttu tekemään, eikä seurattaisi aina suunnittelijan toivomuksia ja mielihaluja rakennustavassa ja rakenteiden valinnassa. Tällöin työmailla pystyttäisiin käyttämään enemmän vakioituja ratkaisuja, eikä jokaisella työmaalla tarvitsisi opetella aina uutta tapaa tehdä samoja rakennuksia. Haastatteluiden perusteella myös työntekijöillä olisi sanottavaa suunnittelun ohjaukseen. Työntekijät toivoivat mahdollisuutta antaa palautetta suunnittelijoille ja täten kehittää myös suunnitelmia järkevämmiksi ja yksinkertaisemmiksi toteuttaa. Työntekijät ovat suorittava osapuoli, jonka tekemiseen jokainen suunnitelma vaikuttaa ja täten he myös osaisivat kertoa hyvistä ja huonoista suunnitteluratkaisuista ja niiden vaikutuksista työnteeseen. Vaikka työntekijät eivät suoraan pääsisikään mukaan suunnittelun ohjaukseen, olisi esimerkiksi muistio hyvistä ja huonoista ratkaisuista mahdollinen kerätä työntekijöiltä ja toimittaa suunnittelun ohjauksen tueksi. Pitkällä aikavälillä tämä mahdollisesti johtaisi siihen että suunnittelijat pääsisivät eroon toteuttavalle portaalle huonoista suunnitelmista ja saisivat samalla tietää millaiset suunnitelmat ovat työmaan kannalta hyviä ja toteutuskelpoisia.

#### **4.5.5 Yhteenveto työn tuottavuuden kehittämisestä kohdeyrityksessä**

Työn tuottavuutta on tutkimuksen perusteella mahdollista kasvattaa ainakin työntekijöiden tai työ kuntien erikoistumisella tiettyihin työläjeihin, vakioimalla työnteoa, sekä työurakoinnilla ja työnteon kehittämisellä.

Työntekijöiden tai työkuntien erikoistumisen seurauksena heidän osaamisensa tietyssä asiassa kasvaa ja he pystyvät itse kehittämään omaa tekemistään toistojen kautta. Tällainen toiminta on mahdollista kohdeyrityksen suurimmissa yksiköissä, joissa on samaan aikaan käynnissä useita keskenään samantyyppisiä työmaita. Tällöin erikoistuneille työntekijöille ja työkunnille riittää samaa työtä yhden kohteen valmistumisenkin jälkeen. Pienemmissä yksiköissä puolestaan työmaita on määrällisesti niin vähän käynnissä, ettei yhtä työlajia riitä läpi vuoden. Työnteon vakioiminen on toinen asia millä työn tuottavuutta voidaan nostaa. Tällä tarkoitetaan sitä, että esimerkiksi työurakat tai muut työkokonaisuudet ovat keskenään samansisältöisiä, jolloin työtä tekevät työkunnat tai työntekijät tottuvat töiden sisältöön ja tietävät automaattisesti mitä kaikkea kyseiseen työhön kuuluu. Tällöin myös osaamisen on mahdollista kohdata todelliset työsisällöt. Kohdeyrityksessä työntekoa on vakioitu työurakointikonseptilla, joka ainakin haastatteluiden perusteella vastaa hyvin todellisia työsisältöjä.

Työurakointi on luultavasti eniten käytetty tapa nostaa työn tuottavuutta. Työurakoinnissa työntekijää kannustetaan tekemään työtään paremmin ja paremmin työstä maksettavan korvauksen riippuessa työsaavutuksista. Kyselyn ja haastatteluiden perusteella työurakointi oli ehdottoman kannattavaa sekä työnantajalle että työntekijälle. Työurakointiaste talonrakennusyksiköissä oli vuoden 2013 jälkimmäisellä puolikkaalla 25% ja tätä astetta tulisi tutkimuksen perusteella ehdottomasti nostaa korkeammaksi. Haasteina työurakointi asteen nostamiseen oli joidenkin vastausten perusteella työntekijöiden halukkuus työurakointiin ja toisaalta työnjohdon epäilyt työurakoinnin vaikutuksista laatuun.

Työn tuottavuutta on mahdollista nostaa myös tässä tutkimuksessa testatulla tavalla, eli etsimällä parhaita käytäntöjä tehdä työtä. Kohdeyrityksen ollessa yksi Suomen suurimmista rakennusliikkeistä, on mahdollista verrata keskenään eri työmaiden tapoja tehdä samoja asioita. Näiden parhaiden käytäntöjen löytäminen ja jakaminen, sekä käyttöönotto myös muilla työmailla mahdollistaa työn tuottavuuden kasvun, kun tuottavuudeltaan heikommat tavat tehdä työtä jäävät pois.



## 5 TYÖMAASEURANNAT

Työssä tutustuttiin kahden elementtiasennusta tekevän työkunnan toimintaan. Toinen ryhmä valittiin tarkasteluun, koska se on tuottavuusmittareiden mukaan työsaavutuksiltaan kohdeyrityksen paras elementtiasennusryhmä. Seurannan tarkoituksena oli selvittää yksityiskohtaisesti ryhmän työtapa, sekä se mistä ryhmän tehokkuus muodostuu. Toinen työryhmä valikoitui seurattavaksi työmaiden samankaltaisuuden takia. Vertailuryhmän seurannan kautta on tarkoitus löytää erot työtavoissa ja menetelmissä, jotka johtavat eroihin työsaavutuksessa. Vertailun perusteella on tarkoitus löytää parhaat käytännöt jaettavaksi myös muille elementtiasennusta tekeville työkunnille. Luvussa tarkastellaan aluksi elementtiasennuksen nykytilaa tuottavuusmittareiden perusteella, jonka jälkeen molempien seurattujen työmaiden toiminnot käydään lyhyesti läpi. Työmaiden läpikäynnin jälkeen niiden toimintaa vertaillaan tarkemmin.

### 5.1 Elementtiasennuksen nykytila tuottavuusmittareiden mukaan

Tuottavuusmittareissa on yhteensä 15 raporttia vastaavista kohteista, jotka olivat seurannassa. Kohteet ovat täselementtikerrostaloja ja mittauksen kohteena on ollut koko rungon elementtiasennus liittyvine töineen. Viidestätoista mitatusta kohteesta yksi on aliurakoitsijan tekemä ja loput 14 on omien työkonttien tekemiä elementtirunkoja. Mitatuista kohteista kahdessa toista työryhmän koko on ollut neljä työntekijää, kahdessa kohteessa viisi työntekijää ja yhdessä kohteessa runko on pystytetty kolmen työntekijän voimin.

Mitattujen viidentoista kohteen keskiarvo elementtimäärä on 980 elementtiä (jatkossa kpl) ja keskimäärin elementtirungon rakentamiseen on aikaa käytetty 2066 työntekijätuntia (jatkossa tth). Taulukossa 2 on käyty tarkemmin läpi elementtiasennuksen työmenekit ja työsaavutukset. Taulukkoon on eroteltu kaikki mittaustulokset ja vain kohdeyrityksen työntekijöitä koskevat mittaustulokset. Erottelu on tehty, koska ainoan aliurakoitsijan mittaustulos poikkeaa oleellisesti muista arvoista ja siten vääristää keskiarvotuloksia. Taulukossa on myös eroteltuna työmenekit ja työsaavutukset tehokkaimman työkunnan kanssa ja ilman, jotta työkonttien todelliset erot tulevat paremmin esille.

**Taulukko 2: Kohdeyrityksen työmaiden toteutuneet työmenekit ja työsaavutukset elementtiasennuksessa.**

Mittauslaji	Keskiarvo	Keskiarvo ilman tehokkainta ryhmää	Paras arvo	Heikoin arvo
Työmenekki tth/kpl	2,11 tth/kpl	2,40 tth/kpl	1,26 tth/kpl	4,54 tth/kpl
Työmenekki tth/kpl (vain YIT:n työntekijät)	1,88 tth/kpl	2,10 tth/kpl	1,26 tth/kpl	2,95 tth/kpl
Työsaavutus kpl/tth	0,47 kpl/tth	0,42 kpl/tth	0,79 kpl/tth	0,22 kpl/tth
Työsaavutus kpl/tth (vain YIT:n työntekijät)	0,53 kpl/tth	0,48 kpl/tth	0,79 kpl/tth	0,34 kpl/tth
Työryhmän työsaavutus kpl/tth	2,23 kpl/tth	2,02 kpl/tth	3,17 kpl/tth	0,9 kpl/tth
Työryhmän työsaavutus kpl/tth (vain YIT:n työryhmät)	2,32 kpl/tth	2,14 kpl/tth	3,17 kpl/tth	1,4 kpl/tth

Taulukosta nähdään, että työmenekeissä ja työsaavutuksissa on suuria eroja tehokkaimpien ja heikoimpien työ kuntien välillä. Osittain tätä voidaan selittää sillä, että työmaat ovat erilaisia tai työt ovat ajoittuneet eri vuodenaikoihin, koska esimerkiksi talvi hidastaa elementtiasennustyötä. Kuitenkin työsaavutuksiltaan parhaalta ryhmältä tuottavuusmittareista löytyy yhteensä neljä mittausraporttia, jotka erottuvat edukseen sekä keskiarvosta, että yksittäisinä mittauksina. Tämän perusteella voitaneen todeta, että erot eivät johdu pelkästään työmaiden erilaisuudesta tai talvesta, koska tehokkainkin ryhmä on työskennellyt erilaisilla työmailla eri vuoden aikoihin.

Työmenekit ja työsaavutukset koostuvat työhön kuluneesta ajasta ja elementtimäärästä. Taulukon tiedoissa huomioitavaa on se, että työhön kuluneen ajan tulisi olla työurakointikonseptin mukaisiin töihin kulunut työaika ja elementtimäärä on koko rungon kaikkien elementtien määrä. Verrattuna Ratu- menekkeihin, kyseessä on siis koko rungon työmenekit ja työsaavutukset, eivät yksittäisten elementtityyppien menekit ja saavutukset. Vaikka raportteihin kuuluukin sisällyttää jokainen työurakointikonseptin työtehtävä, on raportoitujen kohteiden työsisällössä siitä huolimatta eroja. Useissa kohteissa ei ole tehty kaikkia työurakointikonseptin mukaisia töitä, vaan ne on jätetty työurakan ulkopuolelle. Joissain kohteissa työsisältöön on puolestaan lisätty esimerkiksi ikkuna- ja oviasennus tai parvekepuuseinien teko. Tehokkaimman työryhmän tekemien kohteiden työsisältö kuitenkin oli seurannan mukaan erittäin lähellä työurakointikonseptin mukaista työsisältöä.

## 5.2 Esimerkkityömaa 1

Ensimmäisenä vertailutyömaana toimi neliportainen asuinkerrostalo, jossa on 4 – 8 kerrosta. Kokonaisuudessaan kohteessa on 107 asuntoa ja vajaat 500m<sup>2</sup> liiketilaa. Työmaa-alue kohteessa oli erittäin ahdas, samalla työmaalla sijaitsi kolme muuta YIT:n työmaata, sekä yksi Skanskan työmaa.

Kohteen runko on kokonaan elementtirakenteinen, seinät ovat elementtiseiniä ja vaakarakenteina toimivat ontelolaatat. Työmaaseuranta suoritettiin vuoden 2014 alussa, viikkojen 2 ja 3 aikana. Seurannan aikana kohteeseen rakennettiin A- rapun seitsemättä, eli ylintä kerrosta. Ylin kerros ei ollut täysin samanlainen, kuin A- rapun alemmat kerrokset. Suurin osa kerroksesta oli normaalikorkuista huonetilaa, mutta holvin toiseen päähän tuli kaksikerroksinen asunto, mistä syystä sen seinät olivat normaalia huonekorkeutta huomattavasti korkeammat. Normaalin kerroksen elementtiasennuksen kiertoaika oli 5,5 työvuoroa, mutta seitsemännen kerroksen tekemiseen kului pidempi aika.

### 5.2.1 Työryhmä

Seuratun elementtiasennusryhmän koko oli neljä työntekijää. Ryhmän jäsenet ovat kokeneita työntekijöitä, heillä on työkokemusta kohdeyrityksen palveluksesta yhteensä päälle 90 vuotta. Nykyisessä kokoonpanossaan ryhmä on ollut kasassa noin viisi vuotta, mutta kolme neljästä ryhmän jäsenestä on tehnyt elementtiasennuksia yhdessä jo viimeiset 22 vuotta. Ryhmä on siis erittäin kokenut ja erittäin hyvin yhteen hioutunut elementtiasennusryhmä. Yhdessä asennettuja elementtirunkoja ryhmällä on kasassa jo pitkälti toista sataa.

Tuottavuusmittareiden (luku 4.4) perusteella työryhmä on työsaavutuksiltaan kohdeyrityksen tehokkain. Mittareista löytyy kyseiseltä elementtiasennusryhmältä yhteensä neljä kohdetta, joissa kohteena on ollut täyselementtikerrostalo, eli talo jonka runkona on elementtiseinät ja ontelolaattaholvit. Koko ryhmän mitattu työsaavutus on keskimäärin 2,8 elementtiä tunnissa. Parhaimmillaan koko ryhmän työsaavutus on ollut 3,2 elementtiä tunnissa koko kohteen ajalta mitattuna. Tuottavuusmittareiden lukemiin kuuluvat kaikki työurakointikonseptin mukaisen elementtiasennusurakan työtehtävät. Seuratun kohteen toteutunut työsaavutus koko ryhmän osalta on 2,5 elementtiä tunnissa.

Seuratussa kohteessa työkunta ei tehnyt töitään työurakkana, vaan tuntitöinä. Kuitenkin työnjohtoon haastatteluiden perusteella ryhmä tekee työnsä urakkavauhtia ja työkunta

myös yleisesti tekee työnsä urakkana, joten tälläkin kertaa heistä käytetään nimitystä urakkaryhmä.

### 5.2.2 Työsisältö

Seuratun työryhmän elementtiasennusurakan työsisältö oli lähes sama, kuin työurakointikonseptin mukainen elementtiasennusurakan työsisältö. Työkunta teki kaikki muut asennusurakkaan liittyvät työt, paitsi kaideasennuksen, jota varten työmaalla oli erillinen työturvallisuustimpuri. Huomioitavaa työsisällössä on, että työkunta teki elementtiasennuksen märkäasennuksena, jolloin työmaalle ei tarvitse tilata erillistä pystysaumapumppausryhmää. Työsisältö käydään lävitse tarkemmin liitteessä 4, joka on tarkka raportti työkunnan tekemästä työstä.

### 5.2.3 Seinäelementtiasennus

Kohteessa asennettiin seinäelementtejä keskiviikosta perjantaihin. Keskiviikkona asennettiin yhteensä 10 ulkoseinäelementtiä, torstaina 22 ulko- ja väliseinäelementtiä ja perjantaina 14 ulko- ja väliseinäelementtiä. Elementtien asennusaikoja mitattiin sekä ulko- että väliseinäelementtien osalta. Mittaustulokset ovat nähtävillä taulukoissa 3 ja 4. Taulukoissa on eriteltynä nostoaika ja asennusaika ulkoseinäelementtien osalta. Väliseinäelementtien osalta taulukossa on asennuksen ja noston yhteisaika. Taulukoiden arvot ovat minuutteina.

**Taulukko 3: Ulkoseinäelementtien asennusajat**

	klo (alussa)	asennusaika	nostoaika
kuorman purku	7:00	17 elementtiä	
1. elementti	9:30	14	9
2. elementti	9:53	11	14
3. elementti	10:18	18	8
4. elementti	10:44	11	
5. elementti	11:49	18	9
6. elementti	12:16	11	9
7. elementti	12:36	12	4
8. elementti	12:52	17	
kuorman purku	13:10	19 Elementtiä	
9. elementti	14:55	16	3
Keskiarvo		13,6	8
		10 havaintoa	7 havaintoa

Taulukosta nähdään, että yhden ulkoseinäelementin asentamiseen aikaa kului keskimäärin noin 13,6 minuuttia ja nostoissa seitsemänteen kerrokseen 8 minuuttia. Nopeimmillaan asennukseen meni aikaa 11 minuuttia ja hitaimmillaan 18 minuuttia. Asennusaikoihin vaikutti suuresti se, kuinka hyvin elementtien S-pistekolojen rauditus oli onnistunut elementtitehtaalla. Hitaimmissa nostoissa elementtejä sovitettiin ensin paikoilleen, jonka jälkeen elementit nostettiin ylös, jotta S-piste kolojen rautoja saatiin katkaistua halutuista kohdista tai pystyrautoja saatiin väännettyä haluttuun suuntaan. Ulkoseinäelementtien asentamiseen seitsemänteen kerrokseen meni kokonaisuudessaan aikaa keskimäärin vajaat 22 minuuttia elementtiä kohden.

**Taulukko 4: väliseinäelementtien asennusajat**

kellonaika	aika (min)	elementtien määrä	min/kpl
9:15-11:00	105	7	15
11:30-13:30	120	8	15
13:45-15:00	75	5	15

Taulukosta 4 voidaan nähdä että väliseinäelementtien asentamiseen ja nostoihin aikaa kului keskimäärin 15 minuuttia. Väliseinäelementtien nostot kestivät yhtä kauan, kuin ulkoseinäelementtienkin, joten asentamiseen aikaa kului keskimäärin seitsemän minuuttia. Väliseinäelementit ovat usein pienempiä, kuin ulkoseinäelementit, jolloin ne ovat myös helpompia säätää oikealle kohdalle. Kuitenkin väliseinäelementtien asentaminenkin vaikeutuu, jos elementit ovat liian kevyitä. Liian kevyet elementit eivät ryhmän mukaan pysy paikoillaan asennustyön aikana, jolloin elementin pystysuoraan säätäminen vaikeutuu huomattavasti elementin alapään liikkeessä sen mukaan, mihin suuntaan elementtiä pyritään kääntämään.

## **5.2.4 Korkeiden seinien elementtiasennustyö**

Yksi seitsemännen kerroksen asunnoista oli kaksikerroksinen. Elementtiasennukselle tämä aiheutti huomattavia lisätoita korkeiden seinien muodossa. Osa korkeista seinistä tehtiin kahdesta toistensa päälle asennettavasta seinäelementistä ja osa puolestaan tehtiin korkeista kääntöelementeistä.

Kääntöelementtejä työmaalle tuli seurantajakson aikana yhteensä kolme kappaletta. Kääntöelementit ovat niin korkeita, ettei niitä voida toimittaa pystyasennossa työmaalle, vaan ne kuljetetaan vaakatasossa ja käännetään pystyyn työmaalla. Kääntäminen tapahtuu nostimella varustetun kuorma-auton avulla. Kääntöelementti nostetaan elementtipukista kuorma-auton viereen nosturilla ja kiinnitetään kuorma-auton nostimeen, joka ottaa elementin kantaakseen. Tämän jälkeen työmaan nosturi

kiinnitetään kääntöelementin päässä oleviin nostolenkkeihin ja aloitetaan nosto, jolloin elementti kääntyy sivuttaissuunnassa 90 astetta vaakatasosta pystyyn. Elementti on koko käännön ajan ilmassa. Tällä tavoin käännettynä elementti myös säilyy käännön ajan ehjänä. Kuvassa 13 on kuvattuna elementin kääntö. Kuvassa torninosturi on aloittanut elementin noston pystyasentoon. Elementti roikkuu yläpäästään torninosturin varassa kuorma-auton vielä kannatella sitä pitkältä sivultaan.



**Kuva 13: Kääntöelementin kääntäminen vaaka-asennosta pystyasentoon.**

Normaalin väliseinäelementin asentamiseen kului aikaa nostoineen noin 15 minuuttia. Kääntöelementeistä aiheutuva lisäaika on melko huomattava. Itse kääntämiseen kului kolmen elementin osalta kahdelta henkilöltä tunti. Lisäksi kolmen normaalia korkeamman elementin asentamiseen kului aikaa nostoineen myös tunti. Kokonaisuudessaan kolmen elementin töihin kului aikaa kahdelta työntekijältä kaksi tuntia. Kolmen normaalin väliseinäelementin töihin aikaa olisi kulunut kahdelta työntekijältä nostoineen noin 45 minuuttia. Kääntöelementit kasvattavat siis työaikaa kokonaisuudessaan lähes 2,7 -kertaiseksi.

Kahdesta osasta koottavien korkeiden seinien asentaminen on myös haastavampaa, kuin normaalikorkuisten seinien. Alemman seinäelementin asentaminen on normaalia väliseinä asennusta, mutta alemman elementin päälle tulevan elementin asentaminen on

selvästi hitaampaa. Ylemmän elementin asentaminen tapahtui saksilavan ja tikkaiden avulla. Normaaliin väliseinäsennukseen verrattuna korkealla työskentelystä aiheutui lukuisia määriä pieniä häiriöitä elementtiasentajien odottaessa omaa vuoroaan tehdä omat työnsä. Holvin pinnan tasolla työskennellessä vastaavia odotuksia ei syntynyt lainkaan normaaleiden elementtien kanssa. Ylimääräistä aikaa kului myös holvilta haettavien tavaroiden hakemiseen, jotka normaalisti holvilla työskennellessä ovat käden ulottuvilla. Myös elementtitukien kiinnittämiseen kului enemmän aikaa, koska niiden yläpää kiinnitettiin niin korkealle, että kiinnittämiseen tarvittiin saksilavaa tai tikkaita. Kaiken kaikkiaan korkeiden elementtien asentaminen oli huomattavasti hitaampaa, kuin normaalikorkuisten elementtien.

### 5.2.5 Ontelolaatta-asennus

Ontelolaattojen asennus oli vuorossa maanantaina 13.1. Aamu alkoi holvin puhdistamisella lumesta, koska viikonlopun aikana oli satanut lunta. Tämä oli ainoa kerta seuranta viikon aikana, kun elementtiasennusryhmä tarvitsi ulkopuolista apua omissa töissään. Ontelolaattojen asennus alkoi aamulla klo 08.00. Päivän aikana asennettiin yhteensä 25 ontelolaattaa ja kolme ELPO- hormielementtiä. Aamun ensimmäisestä 8 ontelolaatasta tehtiin tarkempi seuranta, joka on nähtävissä taulukossa 5.

**Taulukko 5: Ontelolaattojen asennus- ja nostoaajat**

	asennusaika (min: s)	nostoaika (min: s)
1. ontelolaatta	02:10	04:00
2. ontelolaatta	0:40	07:20
3. ontelolaatta	01:40	10:30
4. ontelolaatta	01:30	05:10
5. ontelolaatta	01:20	04:00
6. ontelolaatta	02:50	03:50
7. ontelolaatta	01:40	05:20
8. ontelolaatta	03:30	
keskiarvo:	1:55	5:45

Ensimmäisten kahdeksan ontelolaatan asennusaikojen keskiarvo on 1 minuutti 55 sekuntia. Nostoihin aikaa kului keskimäärin 5 minuuttia 45 sekuntia. Asennustyötä hidasti ontelolaattojen väärä toimitusjärjestys, jonka takia seuraavaa ontelolaattaa ei voitu asentaa aina edellisen viereen. Tällöin useampia onteloita jouduttiin asentamaan tikkaiden päältä ja väliasennuksia tehdessä edellisiä onteloita jouduttiin siirtämään hieman sivuun viimeisten ontelolaattojen tieltä.

### 5.2.6 Ontelolaattaholvin valu

Ontelolaattaholvin ala oli n.  $380\text{m}^2$  ja valuun kului betonia n.  $17\text{m}^3$ . Valua ennen ontelolaattakenttä oli raudoitettu, ontelolaattojen ja seinäelementtien välinen rako oli tukittu alusmassalla ja paikallavalukaistoihin oli muotit ja raudoitukset tehty valmiiksi. Kaikki ryhmän neljä jäsentä osallistuivat valuun.

Ontelolaattakentän valu tehtiin valuastian avulla, joka täytettiin alhaalla suoraan betoniautosta. Valuastian tilavuus oli  $1,5\text{m}^3$ , joten se jouduttiin täyttämään päivän aikana kokonaisuudessaan 14-kertaa. Suuremman valuastian käyttö ei ole mahdollista, koska muutoin betoniautosta ei pystyittäisi suoraan laskemaan betonia valuastiaan, tai valuastiaa varten pitäisi maahan kaivaa kuoppa, jotta sen saisi riittävän alas betoniauton tyhjennystä varten. Valuastian pohjasta lähti letku, jota pitkin betonia voitiin laskea haluttu määrä juuri haluttuun kohtaan holvilla.



### 5.2.7 Ryhmän jäsenien roolit kierron aikana

Ryhmän työntekijöistä kaksi keskittyi täysin elementtien asentamiseen, kolmas toimi alamiehenä hoitaen elementtien ja muiden materiaalien nostot ja neljäs työntekijä teki asennustyöhön liittyvät kirvesmiehentyöt, kuten pystysaumojen raudoituksen ja saumojen rappaukset.

Elementtiasentajat tekivät kaikki kohteen elementtien asennukset. Toinen elementtiasentajista ja alamies vaihtoivat tehtäviään viikoittain. Seinäelementtien ja ontelolaattojen asennuksessa molemmilla asentajilla oli omat tehtävänsä, jotka pysyivät samoina jokaisen elementin ja laatan kohdalla. Elementtiasentajien työ oli seinäelementtien osalta lähes katkeamatonta. Kun elementti saapui holville, alkoi asennus saman tien. Kun nosturi irrotettiin elementistä, asennus viimeisteltiin ja aloitettiin seuraavan elementin asennuksen valmistelu. Kun valmistelevat tehtävät oli tehty, oli uusi elementti jo holvilla. Ontelolaatta-asennuksessa asentajat levittivät alusmassan seinäelementin reunalle ja asensivat ontelolaatat paikoilleen.

Alamiehenä toimineen työntekijän tehtävänä oli valmistella elementit mahdollisimman valmiiksi jo alhaalla, jotta nostot saatiin tehtyä mahdollisimman nopeasti. Myös muut holville nostettavat materiaalit etsittiin ja niputettiin valmiiksi, jotta niidenkin nostot saatiin tehtyä mahdollisimman nopeasti. Alamies teki myös asennuksessa käytettävän alusmassan alhaalla, jolloin holvilla ei tarvittu lainkaan betonimyllyä, eikä myöskään sementtisuursäkkiä, joka olisi aina aika ajoin asennustyön tiellä. Ontelolaattojen asennuspäivänä alamies kiinnitti ontelolaatat yhdessä kuljettajan kanssa nosturiin.

Ryhmän neljäs jäsen teki kaikki asennustyöhön liittyvät kirvesmiehentyöt. Seinäelementtien asennuksen aikana kirvesmies seurasi elementtiasentajien perässä rappaamassa alasaumojia, S- pistekoloja, sekä pystysaumojen alaosia. Kirvesmies myös asensi pystysaumoihin niiden valua varten taustapellin, sekä raudoitti saumat ja valmisteli pystysaumojen muottien kiinnityksen saumavalua varten. Ontelolaattojen asennuspäivänä ryhmän kirvesmies tasoitti ontelolaattojen ja seinäelementtien välisen sauman alusmassan, teki tukkolaudoituksen, paikallavalukaistojen muotit, sekä korotusvalujen muotit, kun ontelolaattoja oli asennettu riittävän paljon.

## 5.3 Esimerkkityömaa 2

Ensimmäisen kohteen vertailukohteeksi valittiin seitsenkerroksinen asuinkerrostalo, jossa oli yhteensä 42 asuntoa ja reilut 70m<sup>2</sup> liiketilaa. Kohde oli täyselementtitalo, jonka pystyrakenteina olivat elementtiseinät ja vaakarakenteina sekä ontelo- että kuorilaatat. Kuten ensimmäisen kohteen, myös vertailukohteen työmaa-alue oli erittäin ahdas. Ahtauden takia esimerkiksi elementtien varastointimahdollisuudet olivat sen verran olemattomat, että osa seinäelementeistä piti asentaa suoraan autosta. Viikoilla 4 ja 5, kun seuranta tehtiin, kohteessa asennettiin ja valettiin viidennen kerroksen holvi, sekä asennettiin kuudennen kerroksen seinäelementtejä. Elementtiasennusurakkaan kuului mukaan myös ikkuna-asennukset. Elementtiasennuksen toteutunut kiertonopeus, sisältäen ikkuna-asennuksen, oli 8 työvuorootta.

### 5.3.1 Työryhmä

Työryhmän koko oli 4 – 5 työntekijää. Työryhmän kokoonpano vaihteli päivittäin kiireen mukaan. Osa ryhmästä, tarkalleen ottaen kolme työntekijää, olivat työskennelleet pidemmän aikaa yhdessä, mutta ryhmän muut jäsenet oli liitetty ryhmään juuri kyseistä työmaata varten. Elementtiasennusryhmä teki työnsä kohteessa työurakkana.

Ryhmä valikoitui seurattavaksi kohteen ja rakennusajan perusteella. Kyseiseltä ryhmältä ei ollut tehty aikaisemmin raporttia tuottavuusmittareihin. Kyseisen työmaan toteutunut tuottavuusmittareiden työsaavutus koko ryhmän osalta oli 2,0kpl/tth ja yhtä työntekijää kohden 0,40kpl/tth. Työmenekki puolestaan oli 2,52h/kpl. Työmenekkeihin ja työsaavutuksiin vaikuttaa pelkästään elementtien lukumäärä ja koko elementtiasennusurakkaan käytetty aika. Elementtiasennusurakkaan sisällytetty ikkuna-asennus ei vaikuta määrällisesti työsaavutuksiin ja – menekkeihin, mutta aikaa se tuo lisää. Tämän perusteella todellinen työsaavutus on parempi, mikäli ikkuna-asennusta ei otettaisi huomioon.

### 5.3.2 Työsisältö

Seuratun työmaan elementtiasennusurakan sisältö poikkesi jonkin verran työurakointikonseptin työsisällöstä. Urakan sisältöön kuului työurakointikonseptista poiketen myös ikkuna-asennukset. Ikkunat asennettiin välittömästi ulkoseinäelementtien asennuksen perässä. Verrattuna työurakointikonseptiin, urakan sisällöstä puolestaan puuttui elementtien saumajuotokset, joita varten työmaalle kutsuttiin pystysaumapumppaus aliurakoitsija. Seurantaviikon aikana pakkasta oli niin paljon, että myöskään elementtien alusmassoja ei voitu elementtien asennuksen yhteydessä laittaa paikoilleen, vaan pystysaumapumppausryhmä täytti myös elementtien alasaumat.

Kohteen parvekkeet olivat ulokeparvekkeita, jotka toivat huomattavan määrän lisätöitä verrattuna ensimmäiseen kohteeseen. Parvekelaattoja varten kohteessa tarvitsi rakentaa väliaikaisia tukia yhteensä neljän parvekkeen alle, joiden lisäksi ulokeparvekkeiden kohdalla ontelolaatat korvattiin kuorilaatoilla. Kuorilaatat tarvitsi myös tukea huolellisesti ja ulokeparvekkeiden ankkurointi kuorilaattojen päälle vaati puolestaan massiiviset raudoitukset.

### 5.3.3 Seinäelementtiasennus

Seurantaviikon aikana kohteeseen asennettiin kuudennen kerroksen seinäelementtejä. Kuudenteen kerrokseen asennettiin yhteensä 50 seinäelementtiä ja 12 Elpo-hormielementtiä. Seinäelementtienasennusta seurattiin ainoastaan ulkoseinäelementtien osalta. Seinäelementtien asennuspäivän aikana kohteessa ehdittiin asentamaan yhteensä 12 seinäelementtiä. Elementtien asennus alkoi aamulla kello 8, kun holvilta oli purettu edellisen päivän valun suojaukset pois. Elementit asennettiin suoraan auton kyydistä, koska työmaalla ei ollut riittävästi varastointitilaa kaikille elementeille. Taulukosta 6 nähdään elementtien asentamiseen kuluneet ajat. Kuusi ensimmäistä elementtiä on asennettu kolmen työntekijän työryhmällä ja seuraavat neljä elementtiä kahden työntekijän voimin. Normaalisti elementit asennetaan kahdella työntekijällä, mutta kolmas työntekijä tuli mukaan elementtien asennukseen ikkuna-asennuksen alkua odottaessaan.

**Taulukko 6: Ulkoseinäelementtien asennusajat**

	asennusaika
1. elementti	11:30
2. elementti	11:05
3. elementti	9:40
4. elementti	8:20
5. elementti	8:55
6. elementti	15:55
Keskiarvo	10min 55s
7. elementti	15:20
8. elementti	7:55
9. elementti	16:45
10. elementti	22:15
Keskiarvo	15 min 35s

Kuuden ensimmäisen elementin, eli elementtien jotka asennettiin kolmen työntekijän voimin, keskiarvoasennusaika oli 10min 55s. Kahden työntekijän voimin elementtejä

asennettaessa keskiarvoasennusaika on 15min 35s. Tämän perusteella voisi ajatella, että kolmannelta työntekijästä ei olisi haittaa, vaan pikemminkin hyötyä asennustyön läpimenoajan suhteen. Kuitenkin elementit olivat erilaisia. Viisi ensimmäistä elementtiä olivat normaalikokoisia elementtejä, kun taas kuudes, seitsemäs, yhdeksäs ja kymmenes elementti olivat keskenään samanlaisia ja huomattavasti ensimmäisiä elementtejä suurempia ja sen takia myös hitaampia asentaa.

Jos verrataan kolmen työntekijän ryhmällä asennettua elementtiä numero 6 ja kahden työntekijän ryhmällä asennettuja elementtejä 7, 8 ja 10 voidaan huomata, etteivät asennusajat varsinaisesti eroa toisistaan. Vaikka otanta on erittäin pieni, voidaan väittää, että kolmas työntekijä elementtien asennuksessa tuo pääasiassa tyhjiä työntekijätunteja asennustyöhön. Lisäperusteluina voidaan vielä pitää sitä, että elementtiasennus tehdään ja on aina tehty kahden asentajan voimin. Kolmas työntekijä oli mukana elementtiasennuksessa vain sen takia, että hän joutui odottamaan ikkuna-asennuksien aloittamista. Tämän perusteella ikkuna-asennukset eivät kuuluisi elementtiasennusurakkaan, ainakaan tässä työvaiheessa. Ikkuna-asennukset sotkevat normaalia työrytmiä haitaten työntekijöiden normaalia siirtymistä työtehtävien välillä.

#### **5.3.4 Välipohja-asennus**

Työmaan välipohjat koostuivat ontelolaatoista ja kuorilaatoista. Ontelolaattoja välipohjassa oli yhteensä 38kpl ja kuorilaattoja 6kpl. Kohteeseen asennettiin myös kuorilaattoja, koska osa parvekkeista oli ulokeparvekkeita ja niiden vaatima ankkurointirauditus on mahdollista tehdä kuorilaattojen päälle. Laatat ne asennettiin yhden päivän aikana. Välipohjalaattojen asennus onnistui työmaalla erittäin hyvin, laatat toimitettiin työmaalle tilatussa järjestyksessä, jolloin uusi laatta päästiin asentamaan aina edellisen laatan päältä. Asennustyötä häiritsi kuitenkin ontelolaatoissa esiintynyt pieni mittaepätarkkuus. Laattojen päitä ei ollut saatu täysin suoraan kulmaan, jolloin niitä asentaessa jouduttiin oikeaa paikkaa etsimään hetken aikaa. Laattojen asennusajat on nähtävissä taulukossa 7.

Taulukko 7: Ontelolaattojen asennusaikoja

järj.nro	asennusaika
1.	1:45
2.	2:30
3.	3:40
4.	2:05
5.	2:00
6.	1:15
7.	1:25
8.	0:50
9.	3:00
10.	1:30
11.	1:45
Keskiarvo	1min 59 s

Laatta-asennus tehtiin kuiva-asennuksena, eli laatat asennettiin korkolappujen varaan ja seinäelementtien ja laattojen välinen sauma täytettiin pystysaumapumppauksen yhteydessä aliurakoitsijan toimesta. Ontelolaattojen asennusaika oli keskimäärin 1 minuutti 59 sekuntia. Ontelolaattojen nostoon kuudenteen kerrokseen aikaa puolestaan kului keskimäärin 3 minuuttia 26 sekuntia. Ontelolaatta-asennuksissa nostoaika on lähes kokonaisuudessaan odotusaikaa. Käytännössä ainoat asentajien odotusajan tehtävät ovat valjaiden kiinnityspisteen siirto ja mahdollinen ontelolaatan paikoilleen säätö asennuskangilla.

### 5.3.5 Valuvalmistelut

Valuvalmistelut alkoivat välipohjalaattojen asentamisen jälkeen ja kestivät kaksi seuraavaa työpäivää. Valuvalmistelujen aikana yksi työntekijä teki ontelolaattaholvin ja ulokeparvekkeiden raudoituksen. Kokonaisuudessaan näihin raudoituksiin kului aikaa reilut kaksi työvuoroa. Rauditus saatiin valmiiksi samalla hetkellä kun holvin valu alkoi. Lisäksi valuvalmistelujen aikana tehtiin tukkolaudoitus ja korotusvalumuotit. Tukkolaudoituksien teko aloitettiin jo ontelolaattojen asennuksen yhteydessä, kun laattoja oli asennettu riittävästi ja se valmistui valua edeltävänä iltapäivänä.

Valuvalmisteluiden ensimmäisen päivän aamuna työmaalla asennettiin ulokeparvekkeet, jotta niiden ankkurointiraudoituksia päästään tekemään ja tämän jälkeen elementtiasentajat asensivat Elpo- hormielementit, joita seurattuun kerrokseen tuli yhteensä 12kpl. Seuraavana päivänä vuorossa oli parveketornin asennus.

### 5.3.6 Holvin valu

Valupäivänä työmaalla oli lähes 20 astetta pakkasta ja siihen oli varauduttu asentamalla vastuslangat raudoituksiin, sekä lämmittämällä alempaa kerrosta mahdollisimman lämpimäksi. Valukalustona toimi PUMI pumppuauto, jonka puomi ylettyi koko holvin ylle. Valuun osallistui kolme työntekijää, sekä pumppuauton kuljettaja. Valettava betonimäärä oli kokonaisuudessaan 34m<sup>3</sup>. Holvin valu alkoi aamulla klo 08.00 ja se saatiin valmiiksi kello yhden aikaan iltapäivällä. Valun jälkeen tuore betoni suojattiin pressuilla ja pakkasmatoilla, jotta se pysyy riittävän lämpimänä kovettuakseen.

Valupäivän aikana työmaalle saapui kolme elementtitoimitusta, jotka ryhmän elementtiasentajat kävivät purkamassa. Muun ajan elementtiasentajat purkivat vinotukia alemmista kerroksista, jotta niitä riittäisi myös seuraavaan kerrokseen.

### 5.3.7 Työntekijöiden roolit kierron aikana

Kaksi ryhmän työntekijöistä keskittyi pääasiassa elementtien asentamiseen. Elementtien asentamisen ohella heidän tehtävänään olivat myös kuormien ja vinotukien purkaminen, sekä kaideasennukset. Kolmas ryhmän työntekijöistä toimi alamiehenä silloin, kun ajoneuvon kuljettaja ei kiinnittänyt elementtejä nosturiin. Lisäksi tämän työntekijän tehtävänä oli mitata välipohjan ja seinäelementtien korot, tehdä korotusvalumuotit, valaa holvi, sekä asentaa ikkunat ja ikkuna-asennusta odottaessa olla mukana elementtien asentamisessa.

Neljäs ryhmän täysipäiväisistä työntekijöistä teki elementtiasennusurakkaan kuuluvia kirvesmiehentöitä, sekä oli mukana ikkuna-asennuksessa. Tämän työntekijän tehtävinä oli muun muassa tukkeiden teko ja purkaminen, kuorilaattojen ja ulokeparvekkeiden tukien teko, sekä raudoittaminen ja Elpo- hormien aukkojen putoamissuojauksista huolehtiminen. Lisäksi tämä työntekijä oli mukana holvin valamisessa. Viides ryhmän mukana osa-aikaisesti työskennellyt työntekijä oli mukana tekemässä tukkeita, sekä kuori- ja parvekelaattojen tukia. Lisäksi työryhmän apuna toimi yksi työntekijä, joka putsasi holvin lumesta, auttoi valussa ja asensi raudoituksiin vastuslangat ennen valua.

### 5.3.8 Huomioita töistä

Ryhmä asensi ulkoseinäelementit suoraan auton kyydistä. Tästä on sekä etua että haittaa. Suoraan auton kyydistä asennettaessa ajoneuvon kuljettaja kiinnittää elementit nosturiin, jolloin urakkaryhmästä yksi työntekijä jää vapaaksi. Elementtiasennukset suoraan autosta jättävät myös yhden työvaiheen kokonaan väliin, kun elementtejä ei tarvitse purkaa autosta välivarastoon ja sieltä nostaa asennusta varten holville. Kuitenkin haittapuolena tästä on se, että elementtejä päästään asentamaan vain

autolastillinen kerrallaan, jolloin asennustyö katkeaa aina auton vaihdon ajaksi. Elementtitoimituksen myöhästyminen haittaa asennustyötä vielä enemmän. Asennustyön katkeaminenkin voidaan kuitenkin välttää siten, että auton vaihdon aikana asennetaan mahdollisuuksien mukaan työmaalla varastoitavia elementtejä. Kuljettajan osaaminen voi myös vaikuttaa negatiivisesti asennustyöhön: elementtien kiinnittämiseen saattaa kulua ylimääräistä aikaa, eikä kuljettaja välttämättä osaa laittaa nostoketjuihin tarvittavia lyhennyksiä, jolloin elementtiä ei saada holville vaakatasossa ja itse asennustyöhön kuluu pidempi aika. Lisäksi kuljettajan ja auton seisominen työmaalla maksaa.

Ikkunat on asennettava joko ennen väliseinäasennusta tai vasta myöhemmin, kun asunnoista on purettu vinotuet pois. Ikkunoiden siirtäminen huoneistoissa, jotka ovat varastoitavien tavaroiden ja vinotukien takia tukossa, ei ole käytännössä mahdollista eikä turvallista. Kuitenkin ikkuna-asennukset, jotka kohteessa oli lisätty elementtiasennusurakkaan, haittaavat normaalia töiden kiertoa. Myös työntekijät olivat sitä mieltä, että ikkuna-asennus sotkee normaalia työrytmiä, eivätkä siten kuulu elementtiasennusurakkaan. Ikkuna-asennuksien vuoksi osa elementeistä asennettiin kolmella työntekijällä, vaikka elementtien asennukseen tarvitaan vain kaksi työntekijää. Tästä aiheutui urakkaan tyhjiä tunteja. Ikkuna-asennukseen kuluvana aikana olisi voitu viedä itse elementtiasennusurakkaa huomattavasti eteenpäin, jolloin myös rungon kiertonopeus olisi ollut lyhyempi. Ikkuna-asennuksen hyvänä puolena tosin on se, että ikkunapaketit eivät ole seuraavien työvaiheiden tiellä, eikä kerroksessa tarvitse tukkia ikkuna-aukkoja lämmitystä varten väliaikaisilla suojilla.

## **5.4 Seurattujen työmaiden vertailu**

Molempien työmaiden työryhmät tekivät hyvin samankaltaista ja samankokoista kohdetta. Kuitenkin ryhmien työsisällöissä, työtavoissa ja työsaavutuksissa oli suuriakin eroja. Näitä eroja tarkastellaan tarkemmin tässä luvussa. Työryhmät ja työmaat nimetään vertailussa ensimmäiseksi ja jälkimmäiseksi. Ensimmäinen työryhmä ja työmaa tarkoittavat ensimmäistä työmaaseurantaa ja jälkimmäinen työmaa ja työryhmä puolestaan jälkimmäistä seurantaa

### **5.4.1 Esimerkkityömaiden työsisältöjen yhdenmukaistaminen**

Seurattujen työmaiden työsisällöt erosivat toisistaan huomattavasti. Ensimmäisenä seurattun kohteen elementtiasennusurakan työsisältö oli lähes sama, kuin työurakointikonseptin mukainen elementtiasennuksen työsisältö. Ainoana puutteena kohteessa oli kaiteiden asentaminen. Jälkimmäisessä kohteessa työurakointikonseptin työsisältöön oli lisätty ikkuna-asennus, mutta elementtiasennus tehtiin kuiva-

asennuksena. Seurantajakson aikana elementtiasennus tehtiin pakkasen vuoksi ilman alusmassaa ja S- pistekolojen paikkausta.

Ensimmäisellä työmaalla koko asennusryhmän tekemän työn kesto kerrosta kohden oli noin 176 työntekijätuntia. Kaiteiden asentamiseen kului aikaa jälkimmäisen työmaan perusteella noin 3 työntekijätuntia. Kun kaideasennukset lisätään toteutuneeseen tuntimäärään, päästään 179 työntekijätuntiin per kerros. Kerroksessa elementtejä oli yhteensä 130kpl, jolloin toteutunut työurakkakonseptin sisällön mukainen työsaavutus normaalissa kerroksessa koko ryhmän osalta on 0,73 kpl/ tth.

Jälkimmäisen työmaan toteutunut kerroksen kiertonopeus oli kahdeksan työvuoraa. Nopeimmillaan kerrokseen kului työtunteja noin 270. Keskiarvon mukaan kerrokseen kului 295 työntekijätuntia. Työmaalla oli huomattavasti enemmän eroja työurakointikonseptin mukaiseen työsisältöön, kuin ensimmäisellä työmaalla. Kokonaisuudessaan elementtejä kerrosta kohden jälkimmäisessä kohteessa oli 110 kpl. Koko rungon osalta toteutunut työsaavutus kohteessa oli 0,4 kpl/tth.

Ikkunoita asennettiin kerrokseen elementtiasennuksen yhteydessä yhteensä 19 kpl. Yhden ikkunan asentamiseen aikaa kului keskimäärin vajaa työntekijätunti (0,85tth), kun ikkunoita asensi kaksi työntekijää. Kokonaisuudessaan ikkuna-asennukseen siis kului 16 tth. Kuorilaattojen ja ulokeparvekkeiden tukien tekoon kului aikaa kahdelta työntekijältä noin puolitoista työvuoraa, eli 24 tth. Ylimääräistä raudoitusta verrattuna ensimmäiseen kohteeseen ulokeparvekkeiden asennuksesta aiheutui noin 10 työntekijätunnin edestä.

Jälkimmäisessä kohteessa elementtiasennusryhmä ei tehnyt itse pystysauma- ja juotosvaluja, eikä S-pistekolojen paikkauksia. Näitä työvaiheita varten työmaalle tilattiin pystysaumapumppausaliurakoitsija, joka teki töitä täyden työpäivän kolmella työntekijällä. Tästä aiheutuu 24 tth lisäaikaa kerroksen kiertonopeuteen, kun jälkimmäisen kohteen työsisällön muuttaa työurakointikonseptin mukaiseksi työsisällöksi.

Työurakointikonseptin mukaisen työsisällön kesto kerrosta kohden olisi keskiarvoltaan edellä mainittujen muutoksien jälkeen 269 tth. Tämän tuntimäärän mukaan laskettu työsaavutus kerrosta kohden olisi 0,41 kpl/tth.

#### **5.4.2 Erot runkojen kierrossa**

Ensimmäisellä työmaalla kerroksen kiertonopeus oli 5,5 työvuoraa ja jälkimmäisessä 8 työvuoraa. Alla olevassa taulukossa (taulukko 8) käydään tarkemmin läpi kiertojen eroja.



Taulukko 8: Elementtiasennuksen kierto seuratuissa kohteissa

Esimerkkityömaa 1	Esimerkkityömaa 2
Päivä 1	Päivä 1
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kuorman purku: 36 elementtiä</li> <li>Elementtiasennus</li> <li>Asennukseen liittyvät kirvesmiehen työt: Alasaumojen ja S-pistekolojen rappaus, pystysaumojen raudoittaminen ja valumuotit, tukkeiden purku</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Seinäkorkojen mittaaminen</li> <li>US- asennus</li> <li>Ikkuna-asennus</li> <li>Tukkeiden purku</li> <li>Parvekepielitoimituksen purku</li> </ul>
Päivä 2	Päivä 2
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kääntöelementtien kääntö</li> <li>US ja VS asennus</li> <li>Asennukseen liittyvät kirvesmiehen työt: Alasaumojen ja S-pistekolojen rappaus, pystysaumojen raudoittaminen ja valumuotit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>US ja VS asennus</li> <li>Ikkuna asennus</li> </ul>
Päivä 3	Päivä 3
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kuorman purku: parvekelaatat</li> <li>US ja VS asennus</li> <li>Elpo- hormien asennusta</li> <li>Asennukseen liittyvät kirvesmiehen työt: Alasaumojen ja S-pistekolojen rappaus, pystysaumojen raudoittaminen ja valumuotit, ontelolaattojen korot</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>VS- asennus</li> <li>Ikkuna- asennus loppuun</li> <li>Välipohjan korot</li> <li>Kuorilaattojen tuet</li> </ul>
Päivä 4	Päivä 4
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ontelolaatta-asennus</li> <li>Elpo- hormien asennus</li> <li>Asennukseen liittyvät kirvesmiehen työt: sauman putsaus ja tasoitus, tukkolaudoitus, PV- kaistojen tukkiminen, korotusvalumuotit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Porrasasennus + keskikäytävän laatat</li> <li>Nostot holville</li> <li>Kuorilaattojen ja ulokeparvekkeiden tuet</li> <li>Parvekelaattojen purku</li> </ul>
Päivä 5	Päivä 5
<ul style="list-style-type: none"> <li>Parvekeasennus</li> <li>Porrasasennus</li> <li>Loput korotusvalumuotit</li> <li>Pystysaumavalut</li> <li>Holvin raudoitus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ontelo- ja kuorilaatta-asennus</li> <li>Kaideasennus</li> <li>tukkeita</li> </ul>
Päivä 6	Päivä 6
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ontelolaattaholvin valu ja valun suojaaminen</li> <li>Tönäreiden purku odotusaikana</li> <li>VALMIS</li> <li>Seinäelementtien korkojen mittaaminen seuraavaan kerrokseen</li> <li>Seuraavan kerroksen valmistelu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elpo- hormien asennus</li> <li>Ulokeparvekkeiden asennus</li> <li>Tukkeet</li> <li>Raudoitus</li> </ul>
Päivä 7	Päivä 7
Valmis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Parvekeasennus</li> <li>Raudoitus</li> <li>Tukkeet</li> <li>Pystysaumapumppaus (AU)</li> </ul>
Päivä 8	Päivä 8
Valmis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Raudoitus loppuun</li> <li>Valu- ja valun peitto</li> <li>Kuormien purku : 3 kuormaa (VS-elem.)</li> <li>Tönäreiden purku</li> </ul>

Ensimmäisellä työmaalla kierron ensimmäinen päivä alkoi elementtitoimituksen purkamisella. Purun jälkeen työmaalla alettiin asentamaa ensimmäisiä ulkoseinäelementtejä. Elementtien korot olivat tässä vaiheessa mitattu jo valmiiksi.

Elementtien saumaus ja rauditus alkoivat heti ensimmäisten elementtien asentamisen jälkeen. Ensimmäiset kaksi päivää sujuivat täysin samalla kaavalla: kaksi työntekijää asensi seinäelementtejä, kolmas työntekijä rauditti ja saumasi elementtejä sekä aina ehtiessään purki tukkolaudoitusta. Ryhmän neljäs jäsen hoiti nostoja alhaalla. Toisen päivän aamuna työmaalla tehtiin kääntöelementtien kääntö, jonka jälkeen elementtiasennus jatkui normaalisti.

Kierron kolmantena päivänä työmaalla asennettiin viimeiset seinäelementit, joiden jälkeen ryhmän elementtiasentajat siirtyivät asentamaan Elpo- hormielementtejä. Kolmantena päivänä asennettiin ne Elpo- hormit, jotka voitiin varmasti asentaa, ilman että niistä aiheutuu häiriötä ontelolaatta-asennukselle. Ryhmän kirvesmies jatkoi samoja töitä kuin aikaisemminkin, joiden lisäksi hän mittasi ontelolaattojen korot ja laittoi korkolaput paikoilleen. Kolmannen päivän aikana työmaalle toimitettiin myös parvekelaatat.

Neljäntenä päivänä työmaalla vuorossa oli ontelolaatta-asennus. Ontelolaattoja asentamassa oli kaksi työntekijää, kolmannen putsatessa ja tasoittaessa ontelolaattojen ja seinäelementtien välisiä saumoja, sekä tehdessä tukkolaudoitusta, paikallavalukaistojen tukkoja ja korotusvalumuotteja. Ontelolaatta-asennuksen päätyttyä ryhmä asensi vielä jäljellä olevat Elpo- hormit.

Kierron viidentenä päivänä ensimmäisellä työmaalla oli vuorossa holvin rauditus. Rauditusta varten ryhmä muutti työntekijöiden rooleja siten, että normaalisti kirvesmiehenä työskennellyt työntekijä siirtyi alamieheksi ja alamies siirtyi raudittamaan holvia. Alamiehen ainoa tehtävä päivän aikana oli raudittaminen, jotta se varmasti saatiin tehtyä päivän aikana. Elementtiasentajat asensivat päivän aikana portaot ja lepotasot, sekä kaikki parvekkeet, ollen täten poissa raudittajan tieltä. Kierron viimeisenä päivänä ensimmäisellä työmaalla oli vuorossa holvin valu. Valupäivä pyrittiin ajoittamaan jollekin muulle työpäivälle kuin perjantaille, jotta muotit päästään purkamaan heti valua seuraavana päivänä pois. Valun valmistuttua ryhmä putsasi työvälineet ja alkoi mitata seuraavan kerroksen elementtien korkoja sekä valmistautua muuten seuraavan kerroksen töihin.

Kriittiset vaiheet kierron onnistumisessa olivat ontelolaatta-asennus, valuvalmistelut ja rauditus, sekä holvin valu. Valuvalmisteluja ei voida aloittaa ennen kuin ontelolaatat on asennettu, eikä holvia puolestaan voida valaa, ennen kuin se on raudoitettu ja sekä tukkeet että korotusvalumuotit on tehty. Elementtiasennus puolestaan voi jatkua aikaisintaan holvin valua seuraavana päivänä, kun betoni on kovettunut riittävästi. Ontelolaatta-asennuksen jälkeen ryhmällä oli tasan yksi työpäivä aikaa valmistella holvi valua varten, joten holvin rauditus ja muut valuvalmistelut oli saatava tehtyä yhden työvuoron aikana. Mikäli rauditus ja muut valuvalmistelut olisivat venyneet

seuraavalle päivälle, ei holvia olisi päästy valamaan, jolloin elementtiasennus olisi katkennut ja aiheuttanut koko kiertoajan venymisen.

Toisella seuratulla työmaalla kierto lähti liikkeelle hyvin pitkälti samalla tavalla kuin ensimmäiselläkin työmaalla. Kierron ensimmäisenä päivänä aloitettiin ulkoseinäelementtien asentaminen. Ensimmäisestä työmaasta poiketen elementtien korkoja mitattiin asennustyön yhteydessä. Ulkoseiniä asennettiin kolmen työntekijän voimin niin pitkälle, että kolmas työntekijä pääsi aloittamaan ikkuna-asennuksen. Tällä välin ryhmän muut työntekijät olivat purkamassa holvivalun tukelaudoitusta. Ikkuna-asennuksen alettua toinen tukkeita purkamassa olleista työntekijöistä siirtyi myös asentamaan ikkunoita. Kierron toisena päivänä kaksi työntekijää asensi seinäelementtejä, toiset kaksi asensivat ikkunoita ja viides työntekijä purki tukkeita

Kierron kolmantena päivänä työmaalla asennettiin kerroksen viimeiset ikkunat ja väliseinät. Ikkuna-asennuksen päätyttyä toinen ikkuna-asentajista siirtyi mittaamaan ontelolaattojen korkoja jo asennettuihin elementteihin, toisen siirtyessä tekemään kuorilaattojen ja ulokeparvekkeiden tukia. Tähän työhön siirtyi myös tukkeita purkamassa ollut työntekijä.

Kierron neljäs päivä erosi jo huomattavasti seurattujen työmaiden välillä. Kun ensimmäisellä työmaalla asennettiin ontelolaattoja, jälkimmäisellä työmaalla oli vuorossa porras- ja lepotasoasennus, joiden lisäksi työmaalla asennettiin rakennuksen keskellä kulkevan käytävän päälle tulevat laatat. Tämän lisäksi työmaalla nostettiin neljäntenä päivänä asuntoihin varastoitavat tavarat paikoilleen. Ryhmän kaksi muuta jäsentä tekivät neljäntenä päivänä kuorilaattojen tuet valmiiksi.

Kierron viidentenä päivänä työmaalla asennettiin ontelolaatat ja kuorilaatat. Laattojen asennuksen jälkeen kaksi elementtiasentajaa asensivat vielä kaiteet paikoilleen. Kolmas ryhmän työntekijöistä oli alamiehenä laattojen asennuspäivänä. Ontelolaattojen asentamisen jälkeen tämä työntekijä siirtyi tekemään putoamissuojauksia holville jääneisiin Elpo- hormien aukkoihin. Ryhmän kaksi muuta työntekijää tekivät ulokeparvekkeiden tuet valmiiksi ja siirtyivät tämän jälkeen tekemään tukkolaudoitusta.

Kuudennen päivän aamuna työmaalla asennettiin ensimmäisenä ulokeparvekkeet, jotta niiden vaatimia ankkurointiraidoituksia päästään tekemään mahdollisimman nopeasti. Tämän jälkeen elementtiasentajat ryhtyivät asentamaan Elpo- hormoneja. Ennen jokaista Elpo- hormin asennusta niiden putoamissuojaukset tuli purkaa. Yksi ryhmän työntekijöistä keskittyi täysin raudoittamiseen kahden muun tehdessä tukkolaudoitusta. Tukkolaudoitus ja raudoitus jatkuivat kierron seitsemäntenä päivänä samalla kokoonpanolla. Tukkolaudoituksen valmistuttua, niitä tehneet työntekijät siirtyivät tekemään korotusvalumuotteja. Elementtiasentajat asensivat seitsemännen päivän aikana parveketornit.

Kierron kahdeksantena päivänä oli vuorossa holvin valu. Holvin valuun osallistui viidestä ryhmän työntekijästä kolme. Ennen valua aamulla holvi puhdistettiin lumesta ja raudoitettiin loppuun. Ryhmän elementtiasentajat purkivat päivän aikana kolme työmaalle toimitettua elementtikuormaa, sekä alempien kerrosten vinotukia. Valu päättyi iltapäivällä, jonka jälkeen holvi suojattiin pakkasmatoilla ja pressuilla.

### 5.4.3 Erot töissä

Ensimmäisellä työmaalla työt tuntuivat etenevän kuin raiteilla: työnteko oli jatkuvaa ja työvaiheet saatiin tehtyä kerralla valmiiksi. Työntekijät pystyivät työskentelemään yhdessä paikassa niin pitkään, että työvaihe oli valmiina ja jokainen yksittäinen tehtävä tuntui edistävän kokonaisuutta. Jälkimmäisenä seuratulla työmaalla työntekijät tekivät ahkerasti töitä, mutta yksittäisiä työvaiheita oli erittäin paljon ja työntekijät joutuivat vaihtelevaan tehtäviin jatkuvasti, jolloin työnteko ei ole tehokkaimmillaan.

Elementit on asennettava työmaalla tietyssä järjestyksessä. Esimerkiksi kantavat seinäelementit on asennettava ennen ontelolaattoja ja ontelolaatat puolestaan ennen ontelolaattaholvin valua. Seuratuilla työmailla työjärjestys oli keskenään erilainen. Ensimmäisellä työmaalla asennettiin kierron neljäntenä päivänä välipohjalaatat ja portaavat vasta niiden jälkeen viidentenä työpäivänä. Jälkimmäisellä työmaalla puolestaan portaavat asennettiin neljäntenä päivänä ja välipohjalaatat viidentenä päivänä. Välipohjalaattojen asennuksen jälkeen kuluu vähintään yksi työpäivä raudoituksen, sekä valutukkeiden, -muottien ja – kaistojen tekemiseen. Nämä työvaiheet puolestaan on tehtävä ennen valua. Ensimmäisellä työmaalla tehtiin ontelolaatta-asennus mahdollisimman aikaisin, eli heti seinäasennuksen perään, jotta myös valuvalmistelut voidaan aloittaa holvilla mahdollisimman aikaisin. Jälkimmäisellä työmaalla puolestaan asennettiin ensin portaavat ja välipohjalaatat vasta sitä seuraavana päivänä, jolloin valuvalmistelut päästään aloittamaan yhden päivän myöhemmin kuin ensimmäisellä työmaalla. Valuvalmisteluihin kaiken lisäksi kului aikaa yli kaksi työvuoroa ennen valua, joka johtui hyvin pitkälti ulokeparvekkeista, niiden ankkurointiraudoituksista ja niiden tuomasta lisäajasta.

Toinen työjärjestykseen ja työntekijöiden tehtäviin, sekä niiden vaihteluihin liittyvä asia työmaiden välillä oli Elpo- hormielementtien asennus. Elpo- hormit voidaan asentaa joko ennen välipohja-asennusta tai sen jälkeen. Ensimmäisellä työmaalla osa hormoneista asennettiin jo ennen ontelolaattoja ja viimeisetkin välittömästi ontelolaatta-asennuksen jälkeen, jolloin ontelolaattakenttään ei jää hormien aukkoja, joihin tarvitsee tehdä putoamissuojaus. Jälkimmäisellä työmaalla ontelo- ja kuorilaatat asennettiin kierron viidentenä päivänä. Välipohja-asennuksen aikana kaksi työntekijää teki tukkeita ja asennuksen päätyttyä toinen näistä työntekijöistä siirtyi tekemään Elpo- hormien aukkoihin putoamissuojauksia samalla kun välipohjan asentaneet työntekijät siirtyivät

tekemään kaideasennuksia. Pienillä siirroilla olisi hormien aukkojen suojaus voitu jättää kokonaan tekemättä. Välipohja-asennuksen päätyttyä sen asentajat olisivat voineet jatkaa työskentelyä hormielementtien asentamisen parissa ja tukkeita tehneet kaksi työntekijää olisivat asentaneet kaiteet paikoilleen. Tällöin putoamissuojausta ei olisi tarvinnut tehdä lainkaan. Tästä aiheutui urakkaan käytännössä turhia lisätunteja, varsinkin kun Elpo- hormit asennettiin seuraavana päivänä, joten putoamissuojaus ehti olla paikoillaan vain yön yli. Tällä tavoin olisi säästetty noin neljä työntekijätuntia (3h putoamissuojaus + 1h purku ja siirto pois holvilta), mutta samalla kiertoaika olisi mahdollisesti lyhentynyt vielä enemmän.

Ikkuna-asennus oli yksi tehtävä, joka sotki jälkimmäisellä työmaalla työjärjestystä huomattavasti. Ikkuna-asennuksen takia elementtejä oli asentamassa puolen päivän ajan kolme työntekijää. Ikkuna-asennuksen alettua työkunnassa ei kuitenkaan riittänyt työntekijöitä tekemään elementtien asentamiseen liittyviä kirvesmiehentöitä. Ikkunat on kuitenkin asennettava joko ennen väliseinäasennusta tai vasta runkovaiheen vaihtuessa sisätyövaiheeseen, koska ikkunoita ei mahdu siirtämään asunnoissa, joissa on sisällä sekä varastoitavat tavarat että elementtien vinotuet. Ikkuna-asennuksesta heti elementtiasennuksen jälkeen on myös hyötyä varsinkin talviolosuhteissa. Kerrokseen saadaan lämmöt päälle heti ikkuna-asennuksen jälkeen, ilman ikkuna-aukkojen väliaikaista tukkimista. Kuitenkin ikkuna-asennus kuormittaa ryhmää väärässä vaiheessa, joten parasta olisi ottaa esimerkiksi ikkuna-asennuksen ajaksi yksi ylimääräinen työntekijä mukaan urakkaan, jolloin ryhmässä olisi kuitenkin neljä työntekijää tekemässä muita töitä. Tällöin kaksi työntekijää pääsisi keskittymään täysin elementtien asentamiseen kahden muun tehdessä hyvissä ajoin etukäteen kuorilaattojen ja ulokeparvekkeiden tuet.

Kokonaisuudessaan erilaisella työjärjestyksellä olisi voitu helpottaa elementtiasennusurakan kriittisiä kohtia välipohja-asennuksen ja holvin valun välillä. Jos ontelo- ja kuorilaatat olisi asennettu heti seinäelementtien asennuksen jälkeen, olisi myös holvin rauditus, sekä tukkeiden ja valumuottien teko voitu aloittaa yhtä työpäivää aikaisemmin, jolloin lopulta myös valupäivää olisi voitu aikaistaa yhdellä työvuorolla. Tosin tämä olisi vaatinut sen, että myös kuorilaattojen tuet olisi ehditty tekemään valmiiksi viimeistään kierron kolmantena työpäivänä, jotta kuorilaattojakin olisi päästy asentamaan. Mikäli kiertoaikaa saataisiin lyhennettyä yhdellä työvuorolla, vähenisi samalla tehdyt työtunnit viidenhengen työryhmällä 40 tuntia.

#### **5.4.4 Elementtien asennusaikojen vertailu**

Molemmilla työmailla mitattiin sekä ulkoseinäelementtien että ontelolaattojen asennusaikoja. Ensimmäisellä työmaalla asennusaikoja mitattiin yhteensä kymmenestä ulkoseinäelementistä ja kahdeksasta ontelolaatasta. Toisella työmaalla ulkoseinäelementtien asennusaikoja mitattiin myös kymmenestä elementistä ja

ontelolaattojen asennusaikoja yhteensä yhdestätoista ontelolaatasta. Toisella työmaalla ulkoseiniä asennettiin sekä kolmella työntekijällä että kahdella työntekijällä. Kahdella työntekijällä asennettuja ulkoseinäelementtejä oli yhteensä 4 kpl. Taulukossa 9 on nähtävillä ulkoseinäelementtien ja ontelolaattojen asennusajat.

**Taulukko 9: Elementtien keskiarvoasennusajat seuratuilla työmailla**

Esimerkkityömaa 1	Esimerkkityömaa 2
Ulkoseinäelementit (2 asentajaa)	Ulkoseinäelementit (2 asentajaa)
Asennusaika (KA): 13min 35s	Asennusaika (KA): 15min 35s
Ontelolaatat (2 asentajaa)	Ontelolaatat (2 asentajaa)
Asennusaika (KA): 1 min 55s	Asennusaika (KA): 1min 59s

Vaikka otanta onkin melko pieni varsinkin jälkimmäisen työmaan osalta, voidaan seurannan perusteella sanoa että työurakointikonseptin mukaisen elementtiasennusurakan työsaavutus ei riipu yksittäisten elementtien asennusajoista. Ensimmäisellä työmaalla mitatut elementtien asennusajat mitattiin normaalikokoisista ulkoseinäelementeistä. Jälkimmäisellä työmaalla kahden työntekijän voimin asennetut elementit, jotka taulukossa 9 on huomioitu, olivat poikkeuksellisen suuria ja täten myös normaalia hitaampia asentaa.

Molempien työmaiden elementtien asennusajat ovat hyvin lähellä toisiaan, varsinkin kun otetaan huomioon elementtien kokoerot. Kuitenkin kokonaiselementtimäärän ja työhön käytetyn kokonaisajan perusteella laskettujen työsaavutusten ero on erittäin suuri, vaikka työsaavutuksessa huomioitaisiin erot työsisällöissä, kuten luvun 4.5.5 alussa on tehty. Työurakointikonseptin mukaisen elementtiasennusurakan työsaavutus riippuu suurelta osin elementtiasennuksen ohessa tehtävistä työurakkaan kuuluvista töistä, niiden onnistumisesta, sekä limittymisestä toisiinsa ja ennen kaikkea siitä että ne mahdollistavat elementtiasennuksen jatkuvuuden ja katkeamattomuuden.

## 5.5 Elementtiasennustyön kehittäminen

Työmailla tehtyjen seurantojen ja haastatteluiden avulla pyrittiin selvittämään myös mahdollisuuksia elementtiasennustyön kehittämiseen. Tuottavuusmittareiden perusteella elementtiasennusta on mahdollista kehittää huomattavasti. Tehokkain työkunta asentaa elementtirungon ja tekee siihen liittyvät työt noin 25% nopeammin, kuin keskimääräinen työkunta. Tässä luvussa tarkastellaan mahdollisuuksia elementtiasennustyön kehittämiseen ja tehokkaimpia työtapoja, sekä

elementtiasennustyössä vastaantulevia häiriöitä, jotka poistamalla asennustyötä olisi mahdollista kehittää.

### 5.5.1 Elementtiasennustyössä vastaan tulleita häiriöitä

Ensimmäisen seurantatyömaan seurantajakson jälkeen työmaalle jätettiin kuukauden ajaksi vihko, johon työntekijät saivat kirjata ylös asennustyössä eteen tulleita häiriöitä. Häiriöiden lisäksi ryhmältä pyydettiin kommentit häiriöiden vaikutuksista ja niiden yleisyydestä. Ryhmän kirjaamat häiriöt ovat listattuna alla.

- Ensimmäisen rapun elementtiasennuksen valmistuttua seuraavan rapun pohja ei ole valmis. Seurauksena 1 viikko lisäaikaa.
- Elementtien toimitusjärjestys väärä. Puuttuvan seinäelementin asentaminen jo asennettujen seinäelementtien väliin. Lisäaikaa kahdelle työntekijälle ½ tuntia, eli yhteensä 1 tth.
- Keliolot haittaavat asennustyötä. Vuoron perään vesisade ja tuuli.
- Välipohjalaattojen asennusjärjestys olisi suunniteltava etukäteen ja merkittävä kuviin. Tällä hetkellä asennusjärjestys tutkitaan laatoista paikan päällä.
- 12T:n parvekelaatasta yksi neljästä nostopisteestä uponnut valuun elementtitehtaalla ja jätetty poistamatta nostolenkki, jota on käytetty asennukseen.
- Suuria suunnitteluvirheitä CL- laastossa (yht. 3kpl). Työt eivät etene ilman uudelleen suunnittelua.
- Sairaslomat ja muut poissaolot haittaavat ryhmän työskentelyä. Sijaisen saamiseen menee aikaa 1-5 työpäivää.
- kerroskorkeuden kasvaessa yli kolmen metrin, työ hidastuu huomattavasti.
- Osittain rikkinäinen nosturi, laskukytin epäkunnossa. Koko syksyn ajan korjattu vähän väliä.
- Sokkelivalmistajan jälkiputsityöt jääneet tehtaalla tekemättä. Työvaihe tehtävä ennen ylempien elementtien asentamista (erittäin yleinen virhe).
- Nosturinkuljettajan työ- ja taukoajat venyvät urakkaryhmälle epäedulliseen suuntaan. Kuljettajan työaikaan kuuluu kiipeäminen neljä kertaa työpäivän aikana nosturiin ja sieltä alas.
- Elementtiasennukseen liittyvät työt. Kaidetimpurin, piikkaajan jne. satunnaiset poissaolot rasittavat työryhmää. Uuden työntekijät opastamiseen ja neuvomiseen menee ylimääräistä aikaa.
- Elementtien tilausaika on n. 2 viikkoa, eli ajoittain ongelmia ennakoimisen kanssa. Ajoittain pulaa elementeistä ja toisinaan liikaa elementtejä työmaalla.

Seurantaviikkojen aikana lisäksi erittäin usein toistuvia häiriöitä olivat ainakin elementtien S-pistekolojen raudoitukset ja S-pistetapit. S-pistetapit olivat lähes

poikkeuksetta liian pitkiä, jolloin ne täytyi lyhentää ennen seuraavan elementin asentamista. S-pistekolojen raudoitukset puolestaan olivat erittäin usein liian lähellä toisiaan, jolloin S-pistetapit eivät mahtuneet rautojen väliin. Tästä puolestaan seurasi se, ettei elementtejä pystytty asentamaan suoraan kohdilleen, vaan elementin paikalleen sovittamisen jälkeen se jouduttiin nostamaan ylös ja rautoja muokkaamaan tarvittava määrä ennen asennustyön jatkumista.

Haastatteluissa esille nousseita elementtiasennukseen liittyviä ongelmia olivat korko- ja mittavirheet, ontelolaattojen toimitusjärjestykset ja yhden rapun kerrallaan tekeminen. Korko- ja mittavirheitä on erittäin paljon joka työmaalla ja ne aiheuttavat runsaasti lisätöitä, joten niiden poistoon kannattaisi panostaa. Ontelolaattojen toimitusjärjestykseen ensimmäisellä työmaalla oli puututtu useampaan otteeseen, mutta siitä huolimatta laatat eivät tulleet tilatussa järjestyksessä. Työntekijöiden mukaan yksittäisen rapun elementtiasennusten teko on tehotonta, koska ei ole vaihtomestaa, minne siirtyä työskentelemään häiriötilanteissa tai odotusaikana. Esimerkiksi valupäivänä ontelolaattakentän valuun kuluu aikaa puoli työvuoroa, jolloin jäljelle jäävän työvuoron ajan voisi elementtejä asentaa toiseen rappuun, jolloin itse elementtiasennustyö olisi katkeamatonta.

### **5.5.2 Tehokkain tapa ja tehokkuuden taustat**

Työn tuottavuuteen vaikuttaa moni asia. Osa näistä asioista on työntekijöistä riippuvia, mutta myös työntekijöistä riippumattomat asiat vaikuttavat työn tuottavuuteen.

#### **Urakan työsisältö**

Seurattujen kohteiden perusteella työurakointikonseptin mukainen työsisältö on juuri oikea neljän työntekijän työkunnalle. Myös haastattelujen perusteella kyseinen työsisältö on juuri sopiva. Työurakointikonsepti sisältää kaikki normaalin elementtirungon asentamisen työvaiheet ja työllistää neljän hengen työkunnan täysin, jolloin myöskään muita tehtäviä työurakointikonseptissa mainittujen lisäksi ei urakkaan kannata ottaa. Työurakointikonseptin mukaisella työsisällöllä elementtiasennusurakkaa tehtäessä jokainen työtehtävä saadaan tehtyä, työt jakautuvat tasapainoisesti työkunnan jäsenten välille, eikä työntekijöille tule hetkiä jolloin he joutuvat odottamaan muiden työntekijöiden töiden valmistumista päästäkseen jatkamaan omia töitään.

Työurakointikonseptin mukaisella työsisällöllä tehtäessä elementtiasennusta jokaiselle työntekijälle riittää töitä koko asennustyön ajaksi ja työtehtävät saadaan tehtyä yksi kerrallaan alusta loppuun, jolloin ei tarvitse hyppiä työtehtävien välillä ja aloittaa ja lopettaa samaa työtehtävää aina uudestaan ja uudestaan. Työtehtävien aloitus ja lopetus ovat vaihteita, jolloin tuottavuus on heikoimmillaan, kuten luvussa 3.3 todettiin.



## **Urakkaneuvottelut**

Urakkaneuvottelut ovat työntekijöiden ja työnjohdon välillä käytävä neuvottelu, jossa selvitetään töiden laajuus, aikataulu ja korvaus töistä. Urakkaneuvotteluissa on mahdollista selvittää keinot, joilla haluttuun lopputulokseen voidaan päästä. Työntekijöillä on yleisesti ottaen paras tietämys töistä joista neuvotellaan ja tätä kokemusta kannattaa käyttää hyväksi. Urakkaneuvottelut ovatkin hyvä tilaisuus suunnitella yhdessä työnjohdon ja työntekijöiden välillä tulevat työt sellaisiksi, jotka ovat mahdollisia toteuttaa. Työntekijät osaavat arvioida tulevia työtehtäviä kokemukseen pohjautuen ja tämän kautta he myös tietävät mikäli tulevissa töissä on työn tuottavuuteen vaikuttavia seikkoja. Työntekijöiden kokemuksen perusteella työn aikataulu tai työkunnan koko voidaan suunnitella realistiseksi ja voidaan varautua haastaviin työvaiheisiin esimerkiksi apuvälineiden tai lisäresurssien hankinnan kautta.

Seuratuissa kohteissa urakkaneuvottelut käytiin toisistaan poikkeavin tavoin. Ensimmäisessä kohteessa voidaan painottaa sanaa neuvottelu. Työn aikataulu ja laajuus, sekä työtehtävissä tarvittavat asiat ja työkunnan koko käytiin läpi ja sovittiin työnjohdon ja työntekijöiden välillä. Toisessa seuratussa kohteessa työntekijöille ilmoitettiin työsisältö ja työryhmä jolla työ tehdään. Toisessa seuratussa kohteessa työntekijät eivät voineet käyttää hyväkseen omaa kokemustaan vastaavista töistä, jolloin työurakkaa olisi voitu mahdollisesti kehittää toimivampaan suuntaan. Vaikka työurakasta ei varsinaisesti neuvoteltu, oli työn aikana työntekijöillä kuitenkin mahdollisuus avoimesti kertoa ylöspäin omista tarpeistaan ja kokemistaan haasteista ja ongelmista, sekä niiden vaikutuksista työurakalle.

Sekä työnantaja- että työntekijäosapuoli hyötyvät onnistuneesta työurakasta, kuten luvussa 4.5.3 on todettu. Kun työurakka saadaan sovittua realistiseksi, on sillä myös suuremmat mahdollisuudet onnistua. Ja tämän onnistumisen todennäköisyyden kasvattamiseksi sekä työnjohdon että työntekijöiden ammattitaitoa kannattaa käyttää työurakan suunnitteluun. Oikea paikka yhteistyön tekemiseen tässä asiassa on urakkaneuvottelut.

## **Ryhmän yhteinen kokemus**

Molemmilla seuratuilla työmailla työntekijät olivat kokeneita ja kaiken lisäksi jokaisella oli työasenne erittäin hyvä. Jälkimmäisessä seuratussa kohteessa työryhmä oli osittain koottu juuri kyseistä työmaata varten, eikä ryhmän sisäinen toiminta ollut aivan täydellisesti yhteen hioutunutta. Töiden kuormitus ei jakautunut tasan työntekijöiden välille, eivätkä työt edenneet kaiken aikaa jouhevasti eteenpäin. Ensimmäisen kohteen työryhmä puolestaan oli työskennellyt erittäin pitkään yhdessä. Ryhmän yhteinen kokemus näkyi työssä erittäin selvästi. Jokainen ryhmän jäsen tiesi oman paikkansa,

jolloin jokaisen oli mahdollista tehdä omat työnsä häiritsemättä muita ryhmän jäseniä. Yksittäiset työt päästiin tekemään kerralla alusta loppuun, jolloin jokaista tehtävää ei tarvitse aloittaa ja lopettaa aina uudestaan ja uudestaan. Koska ryhmä oli asentanut erittäin monta elementtirunkoa aikaisemmin, jokainen ryhmän jäsenistä tiesi sekä omat, että muiden tulevat työtehtävät hyvissä ajoin ennakkoon. Tämä mahdollisti ennakkoinnin tulevien töiden suhteen. Tiedettiin jo etukäteen työvaiheet, joissa voi tulla ongelmia ja pystyttiin varautumaan niihin ja valmistelemaan ne mahdollisimman pitkälle etukäteen. Tästä seurauksena oli se, että kun olisi pitänyt tulla kiire, tosiasiasa työt pystyttiin tekemään rauhassa valmiiksi. Myös aikaisempien työmaiden kokemuksia pystyttiin käyttämään hyväksi. Esimerkiksi raudoitus on vaihe, joka ryhmän mukaan on saatava yhden työvuoron aikana valmiiksi ja jossa on perinteisesti tullut kiire. Seuratessa kohteessa oli jonkin verran normaalia suurempia raudoituksia paikallavalukaistojen takia, ja näihin ryhmä osasi pyytää kokemuksen perusteella apua urakan ulkopuolelta. Paikallavalukaistoja varten pyydettiin valmiiksi raudoitetut häkit, jotka saatiin asennettua kerralla paikallavalukaistaan.

Ryhmän yhteisen kokemuksen määrän vaikutusta työn tehokkuuteen tukee myös Viikin jätevedenpuhdistamolla työskennelleen aliurakoitsijan (LUKU 5.6) seuranta. Tämä aliurakoitsija teki paikallavalubetonirakenteita PERI Maximo muottikaluston avulla. Kyseinen työryhmä oli ollut kasassa kyseisellä työmaalla noin vuoden. Muottitöissä töiden kierto kuitenkin on huomattavasti nopeampaa kuin elementtirungon kasaamisessa, joten voidaan sanoa että myös tämän ryhmän työntekijät olivat työskennelleet yhdessä hyvin pitkään. Työntekoa seurattaessa silmiin pistävää oli töiden yhteensovittaminen. Jokainen aliurakoitsijan työntekijöistä pystyi työskentelemään tehokkaasti kaiken aikaa olematta muiden työntekijöiden tiellä. Jokainen työntekijöistä myös tiesi, mitä muut tekivät ja pystyivät pyytämättä auttamaan muita heidän töissään. Esimerkiksi telineiden ylätasolla raudoittamassa olleet työntekijät saivat pyytämättä puuttuvia rautoja lisää alempana työskennelleiltä työntekijöiltä ennen kuin raudat loppuivat telineeltä.

Työntekijöiden kokemus on erittäin tärkeä osa työntekoa. Kuitenkin urakkaryhmällä työskenneltäessä ryhmän keskinäinen kokemus vaikuttaisi olevan vielä tärkeämpää koko ryhmän työsaavutuksen kannalta. Esimerkiksi elementtien asennusurakka ei ole joukko yksittäisiä työvaiheita, vaan kokonaisuus, jonka onnistumisen ratkaisee yksittäisten työvaiheiden yhteensovittaminen, jatkuvuus ja häiriötön työn eteneminen. Näissä asioissa ryhmän yhteisellä kokemuksella on erittäin suuri osuus.

## **Työnjohto**

Myös työnjohdolla on suuri merkitys työurakan tuottavuuteen. Työnjohto tilaa materiaalitoimitukset työmaille oikeaan aikaan, pitää huolen siitä että työkuunnalla on kaiken aikaa riittävästi materiaalia käytettävissään sekä valmistelee tulevat työt.

Työnjohdolla on suuri rooli työntekijöiden ohjaamisessa oikeaan paikkaan ja töiden ajoituksessa siten, että jokainen työ saadaan tehtyä oikeaan aikaan oikeassa paikassa ilman muille töille aiheutuvaa häiriötä. Työntekijöiden ja töiden ohjaus muodostuu erittäin suureksi asiaksi varsinkin työvaiheesta toiseen siirryttäessä. Kokonaisuudessaan työ ei välttämättä ole tuottavaa, vaikka jokainen tehtävä tehtäisiinkin erittäin hyvillä työsaavutuksilla, mikäli tehtävien välillä siirtyminen ei ole jouhevaa. Työnjohdon tehtävänä on myös välittää tietoa työkunnalle, jotta asiat saadaan tehtyä kerrasta oikein ilman jälkitöitä. Esimerkiksi suunnitelmamuutokset tulee olla työntekijöillä tiedossa kun he työtään tekevät.

### **Suunnittelu ja suunnittelun ohjaus**

Jokainen työmaa on ainutlaatuinen kokonaisuus. Jokaisen työmaan rakenteet ovat myös suunnitteluratkaisuiltaan ainutlaatuisia. Molemmilla seuratuilla työmailla oli omalaatuisia ja erikoisia suunnitteluratkaisuja, jotka aiheuttivat lisätyötä verrattuna normaaleihin rakenteisiin. Esimerkiksi jälkimmäisellä seuratulla työmaalla seinään, Elpo- hormin ja seinäelementin väliin, oli jätetty noin 40cm leveä aukko, joka tarvitsi valaa umpeen. Valua varten puolestaan piti rakentaa muotit kyseiseen kohtaan. Kyseinen kohta olisi voitu myös toteuttaa helpommin, mikäli seinäelementti olisi ollut aukon verran leveämpi. Ensimmäisenä seuratulla työmaalla työntekijät kertoivat jokaisen työmaan suunnitelmissa olevan tietyt ominaispiirteet, jotka työmaan edetessä oppii myös ennakoimaan, mutta seuraavalle työmaalle siirryttäessä on vastassa taas uudet opettelua vaativat erikoisuudet.

Mikäli suunnittelija pysyisi työmaasta toiseen aina samana, olisi jokaisella työmaalla myös toistensa kaltaiset suunnitelmat käytössä, eikä työntekijöiden tarvitsisi opetella aina uudelleen uuden työmaan suunnitelmien ominaispiirteitä. Tälläkin hetkellä voi olla niin, että suunnittelutoimisto pysyy samana useammalla työmaalla, mutta suunnittelutoimiston sisällä kohteen suunnittelija vaihtuu. Ratkaisuna voisi olla ainakin omassa tuotannossa pidempiaikaiset suunnittelusopimukset, joilla sama suunnittelija saataisiin suunnittelemaan useampia kohteita kerralla.

#### **5.5.3 Tehokkain tapa**

Työsaavutuksiltaan tehokkain työkunta teki elementtiasennustyöt n. 25% tehokkaammin kuin mitattujen elementtiasennusurakoiden tuottavuuden keskiarvo oli. Kyseisen työkunnan työtapaa voidaan pitää erittäin tehokkaana, vaikka osa tehokkuudesta johtui myös työtavan ulkopuolisista asioista kuten työkunnan yhteisestä kokemuksesta.

Työsaavutuksiltaan tehokkain työkunta pystyi työskentelemään siten, että elementtien asentaminen oli lähes katkeamatonta ja kuitenkin kaiken aikaa myös muut asennusurakkaan liittyvät työt saatiin tehtyä. Tämä johtui suurelta muun muassa ryhmän

jäsenten rooleista. Kaksi työntekijää keskittyi pelkästään elementtien asentamiseen ja ryhmän kaksi muuta työntekijää tekivät kaiken muun mahdollisimman valmiiksi mahdollistaen elementtiasennuksen jatkuvuuden. Suuressa roolissa tässä oli alamiehenä toimiva työntekijä, joka valmisti elementtien saumamassan ja valmisti elementit niin pitkälle kuin mahdollista asennustyötä varten. Kun alamies tekee elementtien saumoissa käytettävän massan valmiiksi, ei holvilla työskentelevien työntekijöiden tarvitse käyttää aikaansa massan valmistamiseen, eikä massan valmistamiseen käytettäviä materiaaleja tarvitse varastoida holville, jolloin holvilla on myös enemmän tilaa käytettävänä.

Toinen tuottavuuden kannalta suuri asia oli elementtien märkäasennus. Kun elementit myös saumataan työkunnan toimesta, ei työmaalle tarvita erillistä aliurakoitsijaa pumpaamaan elementtien saumoja umpeen. Tämä puolestaan säästää sekä aikaa että rahaa. Lisäksi elementtien saumaaminen ei ainakaan seuratun ryhmän tapauksessa häirinnyt muita asennusurakkaan kuuluvia töitä vaan ennemminkin oli normaali osa asennustöitä. Seurattu työkuunta oli itse kehittänyt menetelmän sellaiseksi, että myös työn laatu on vähintään samanlainen ja usein myös parempi kuin erillisen saumausröyhmän työnjälki. Elementtien alasaumat ja pystysaumojen alaosat rapataan umpeen välittömästi elementtien asennuksen jälkeen. Pystysaumojen yläosat puolestaan valetaan myöhemmin kerralla umpeen joko erillisellä valukerralla tai viimeistään ontelolaattakentän valun yhteydessä. Myös ontelolaatat asennetaan alusmassan kanssa. Tällöin massa levitetään seinäelementin yläpään reunalle ennen ontelolaatan paikoilleen asettamista, jolloin myöskään ontelolaatan ja seinäelementin välistä saumaa ei tarvitse erikseen pumpata umpeen. Välittömästi ontelolaatan asennuksen jälkeen ryhmän kirvesmies käy tasoittamassa sauman, jolloin käytännössä syntyy tasoitetöitä vaille valmista pintaa.

Elementtiasennustyön tuottavuuteen ja asennusurakan kestoon suuresti vaikuttava asia on myös töiden kierron järjestys ja työntekijöiden liikkuminen töistä toisiin. Työsaavutuksiltaan tehokkain työkuunta pyrki asentamaan ontelolaatat mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, eli heti seinäelementtien asennuksen jälkeen, jotta ontelolaattakenttä olisi mahdollisimman aikaisin valmiina raudoituksia ja tukkeiden sekä korotusvalumuottien tekoa varten. Ontelolaattakentän asentamisen jälkeen raudoituksen yhteydessä kohteessa asennettiin portaot, lepotasolaatat ja parvekkeet, jolloin elementtiasentajat olivat pois raudoittajan tieltä. Vertailun vuoksi toisessa seurantakohteessa välipohjalaatat asennettiin vasta portaiden, lepotasolaattojen ja parveketornien jälkeen, jolloin myös raudoitus, tukkolaudoitus ja korotusvalumuottien teko päästiin aloittamaan yhtä työvuoroa myöhemmin. Lisäksi Elpo- hormien asennus välittömästi välipohjalaattojen asentamisen jälkeen säästää aikaa, kun hormien aukkojen suojia ei tarvitse ensin kasata ja seuraavana päivänä purkaa.

## 5.6 Tietomallien käyttö työntekijöiden apuna

Tietomallien käyttö on vielä melko vähäistä kohdeyrityksessä, mutta kasvamaan päin. Asuntorakentamisen ja talonrakentamisen puolella mallinnettuja kohteita ei vielä ole ollut (syksy 2013), mutta infrayksiköissä tietomallien kanssa ollaan oltu jo jonkin verran tekemisissä. Infrapuolella syksyn 2013 aikana mallinnettuja kohteita oli ollut Espoossa 4kpl, Helsingissä 1kpl, sekä muutamia muita kohteita pääkaupunkiseudulla ja sen ympäristössä. Tietomallien käyttöön liittyen on viime aikoina tapahtunut muutosta. Aikaisemmin tietomalleja ei vielä vaadittu, mutta viime aikoina tilaajan puolelta on alkanut tulemaan painetta kohteiden mallintamisesta. Tietomallien käyttö on lisääntymässä myös infrapuolen yksiköiden ulkopuolella tulevaisuudessa. Esimerkiksi Pasilaan rakennettava Tripla tullaan rakentamaan tietomallia hyväksikäyttäen. Triplan malli on tilattu suunnittelijalta. (Pekka Ruuti – puhelinkeskustelu)

### 5.6.1 Tietomallien hyödyt työntekijöille

Työssä selvitettiin tietomallien käyttöön liittyviä mahdollisuuksia työntekijöiden näkökulmasta. Selvitystyö pohjautui erään kohdeyrityksen työmaalla työskennelleen aliurakoitsijan toimintaan, joka työssään käyttää tietomalleja hyväkseen. Huomioitavaa aliurakoitsijan toiminnassa oli työnteon tuottavuus ja tämän takia pyrittiin selvittämään onko tietomallien käyttämisestä apua myös työntekijöille. Aliurakoitsija teki työmaalla paikallavalubetonirakenteita.

Seurannassa ollut aliurakoitsija mallintaa omat työnsä jo tarjousvaiheessa ja tämän tietomallin pohjalta tehdään tarjous kohteesta. Etuna tästä on se, että jo tarjouslaskennan aikana nähdään millainen kokonaisuus tarjottava kohde on, löydetään tarjouskuvista mahdolliset puutteet ja voidaan varautua niihin ja pystytään näkemään jo ennakkoon kohteen rakenteet ja suunnittelemaan niiden rakentaminen, sekä sisällyttämään nämä tiedot tarjoukseen. Koska kohteesta tehdään jo tarjousvaiheessa karkea tietomalli, voidaan myös tarvittava muottikaluston määrä määrittää jo tarjousvaiheessa, sillä muottikalusto mitoitetaan suurimman kerralla valettavan rakenteen mukaan.

Aliurakoitsija (jatkossa AU), jonka työhön tutustuttiin, mallintaa itse omat työnsä ja tämän vuoksi tietomalli sisältää vain AU:n työhön kuuluvat rakenteet. Mallintaminen tapahtuu Tekla Structures- ohjelmalla ja se lähtee liikkeelle 2D rakennekuvista, joiden mukaan kohteesta mallinnetaan ensimmäisenä pohjarakenteet. Tietomallia lähdetään kasvattamaan rakenne kerrallaan, kunnes urakkaan kuuluvien rakenteiden geometria on saatu mallinnettua kokonaisuudessaan. Mallia tarkennetaan yksittäisten rakenteiden osalta hieman ennen kuin kyseistä rakennetta aletaan rakentamaan. Tällöin mallinnettua yksittäistä rakennetta ei tarvitse korjata kuin kertaalleen, vaikka rakenteisiin tulisivat useampia muutoksia työmaan käynnissä oloaikana. Kun yksittäinen rakenne on mallinnettu valmiiksi, sen geometria siirretään DWG- tiedostona Pericad:iin, jolla

muottisuunnitelmat tehdään. Tarvittaessa muottisuunnitelmat siirretään Pericad:sta referenssinä vielä takaisin Tekla Structuresiin, mikäli työmaalla työn alla on esimerkiksi erittäin ahdas kohta ja tarvitsee tarkastaa muottien mahtuminen työstettävään kohtaan.

Työntekijöille tietomallista tulostetaan paperille 3D- kuvat työstettävästä rakenteesta, muottikuvat Pericad:sta, sekä tasokuva rakenteesta ja muottitavaralista. Työntekijöillä on työmaakopissa käytössään tablet -tietokone, jonka avulla pystytään tarkastelemaan tietomallista tulostettua 3D- PDF kuvaa. Työmaatoimiston puolella työntekijöillä on mahdollisuus tutustua myös tietomalliin joko Tekla Structuresin tai BIMSight:n avulla. Tietomalli jaetaan myös pilvipalvelun kautta työntekijöille, jolloin heidän on mahdollista tutustua malliin myös työmaan ulkopuolella BIMSightin. Tietomallin avulla tiedon jakaminen kohteesta on helppoa, mutta samalla täytyy muistaa, että työmaan puolella käyttöliittymänä toimii edelleen paperille tulostetut kuvat.

Aliurakoitsijan työntekijöille ja työnjohdolle tehtyjen haastatteluiden perusteella tietomalleista on apua työssä. Verrattuna perinteisiin 2D paperikuviin, kohdetta voidaan tarkastella monesta eri suunnasta ja yksityiskohtia voidaan tarkastella sekä läheltä että kaukaa. Suurimmat hyödyt tietomallien käytössä tulivat esille varsinkin geometrialtaan monimutkaisissa kohteissa, jollainen myös seurattu kohde oli (kuva 14). Suurimmat hyödyt malliin liittyen olivat työntekijöiden mukaan kohteen hahmottamisen nopeus ja helppous, sekä virheiden välttäminen. Tietomallin ollessa käytössä ei tarvitse ottaa esille kymmentä eri paperikuvaa kohteen hahmottamiseksi, vaan puolen minuutin malliin tutustuminen riittää. Myös työn virheet ovat vähentyneet tietomallien käytön myötä. Esimerkiksi työssä seurattu aliurakoitsija, joka tekee paikallavalubetonitöitä, kertoi että piikkaaminen ja muut lisätyöt ovat erittäin harvinaisia, eikä työmaalla ole tarvittu timanttisahuria juuri koskaan, huolimatta työmaan monimutkaisuudesta. Työntekijöiden mukaan varsinkin yksityiskohtien, kuten läpivientien ja varauksien, hahmottaminen ja huomaaminen on erittäin paljon helpompaa verrattuna paperikuviin. Myös rakenteiden väliset liitokset ja korkojen vaihtelut saadaan selville helposti. Seuratussa kohteessa nämä asiat olivat erittäin tärkeitä.



**Kuva 14:**Seurattu kohde oli rakenteeltaan erittäin monimutkainen

Rakennustyön tuottavuuteen vaikuttaa työn virheettömyys. Tietomallin avulla saadaan seuratun aliurakoitsijan mukaan tehtyä työt kerrasta oikein. Kohteet hahmotetaan nopeasti ja myös yksityiskohdat nähdään selkeästi, jolloin ei ole vaarana että esimerkiksi jokin yksittäinen läpivienti jää tekemättä muottien kasaamisen yhteydessä. Aliurakoitsijan mukaan työntekijöillä on aina kiire ja sitä kiirettä voi helpottaa tekemällä kaiken mahdollisimman helpoksi työntekijöille. Tietomallit ovat yksi tapa helpottaa työntekijöiden työtä.

### **5.6.2 Toimintamalliesimerkki tietomallien käytöstä**

Tietomallien käyttö työntekijöiden apuna muottitöissä ei ole vaikeaa. Käytännössä tarvitaan vain henkilö joka tekee mallin, työntekijöitä jotka osaavat käyttää tietotekniikkaa hyväkseen, ohjelmat ja laitteet joilla tietomallia voi lukea, sekä pieni määrä koulutusta työntekijöille ohjelmien ja laitteiden käyttöön.

Mallintamisen voi hoitaa keskitetysti, jolloin yksi henkilö tekee tietomallit useamman työryhmän käyttöön. Esimerkiksi seurattu kohde oli melko suuri, sen laajuus oli noin 8000 laudoitusneliötä, eli paikalla valettujen betoniseinien ja laattojen pinta-ala oli yhteensä noin 4000m<sup>2</sup>. Tämän kohteen geometrian mallintamiseen aikaa kului neljästä viiteen työpäivää, jonka lisäksi tietomallin päivittämiseen, tarkentamiseen ja muottikuvien tekoon kului aikaa viikoittain noin puoli työpäivää. Tämän perusteella

yksi henkilö pystyisi tekemään ja pitämään yllä samanaikaisesti noin viiden työmaan tietomalleja.

Tutkimuksen kohdeyrityksellä on kelluvia lisenssejä Tekla Structuresiin, joten mallintaminen onnistuu ohjelmiston puolesta. Tietomallin lukemiseen sopiva ohjelma puolestaan on esimerkiksi Tekla:n BIMsight. Ohjelma on ilmainen ja sillä pystyy tarkastelemaan Tekla Structuresilla tehtyjä tietomalleja tehokkaasti. BIMsight:lla saadaan haettua tietomalleista mitat ja korot, määrät ja työkuvat, jonka lisäksi sen avulla voidaan tarkastella kohdetta kaikista suunnista, sekä läheltä että kaukaa. Tämän lisäksi BIMsightilla voidaan nähdä myös rakenteen sisälle, joka varsinkin monimutkaisia raudoituksia tehdessä on eduksi työntekijöille. Myös työnjohdolle BIMsightista on etua paikallavalutöissä. Esimerkiksi betonin määrät ja rakenteiden pinta-alat saadaan suoraan ulos tietomallista.

BIMsight on erittäin helppokäyttöinen ohjelma, joten työntekijöiden kouluttaminen ei olisi vaikeaa. Seuratun aliurakoitsijan mukaan vaikeinta ohjelmassa oli sen lataaminen ja asentaminen. Kun ohjelma oli asennettu, muutamalle työntekijälle näytettiin miten ohjelma toimii ja mitä sillä voi tehdä. Työntekijät ottivat ohjelman hyvin vastaan ja kokeilemalla oppivat hetkessä sen käytön. Parasta työntekijöiden mukaan BIMsightissa on se, että siinä ei voi tehdä mitään väärin.

BIMsight toimii tablet- tietokoneella, joka on työmaaolosuhteisiin luultavasti ainoa mahdollinen tietokone. Toimiakseen täydellisesti BIMsight tarvitsee 64 bittisen Windows Pro käyttöjärjestelmän ja 8Gt muistia. Tallennustilaa tietomalleja varten löytyy jokaisesta Tablet- laitteesta riittävästi.

Tietomallien edut tulevat parhaimmin esille monimutkaisissa kohteissa, yksikertaisimmat kohteet pystytään toteuttamaan helposti ilmankin. Tietomallien käyttöönotto ja ohjelmien opettelu ottaa kuitenkin aikansa ja on varmasti aluksi hidastava tekijä työlle. Vaikeissa kohteissa uuden asian opettelu voi tuottaa haasteita, joten mallien käyttöön olisi hyvä totutella kohteissa, jotka voidaan toteuttaa myös ilman mallia. Tällöin ongelmien eteen tullessa työ saataisiin tehtyä myös ilman tietomallia. Tietomallien käyttö on joka tapauksessa lisääntymässä ja joissain kohteissa niitä on alettu jo vaatia tilaajan puolelta. Tämän vuoksi nyt on hyvä aika alkaa opetella niiden käyttöä.



## 6 TULOSTEN TARKASTELU JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän diplomityön tarkoituksena oli tutustua kohdeyrityksen toimintaan tuottavuuden mittaamisessa ja kehittämisessä ja tältä pohjalta kehittää kyseisiä toimintoja sekä testata käytännössä tuottavuuden kehittämistä mittaamisen avulla. Tulosten tarkastelu on jaettu neljään osaan. Ensimmäisessä osassa tarkastellaan tuottavuusmittareita ja niiden käyttöönottoa, toisessa osassa parhaiden käytäntöjen keräämistä ja jakamista, kolmannessa osassa työurakointia sekä työurakointikonseptia ja neljännessä osassa elementtiasennuksen kehittämistä. Lopuksi on vielä arvioitu tuloksia asetettuihin tavoitteisiin nähden.

### 6.1 Tuottavuusmittarit

Haastatteluiden ja kyselyn mukaan työmailla seurataan poikkeuksetta työvaiheiden edistymistä ja pidetään kirjaa tehdyistä työtunneista työlaajikohtaisesti. Seurantatapoja on kuitenkin lukuisia erilaisia ja tiedot eri työlaajien työmenekkeistä ja kustannuksista jäävät yleensä työmaan sisälle, jolloin niitä ei voida käyttää laajemmin hyväksi. Tuottavuusmittareiden avulla saadaan seuranta tehtyä yli työmaa- ja yksikkörajojen ja tämä puolestaan mahdollistaa toiminnan vertailun laajemmassa mittakaavassa.

Kyselyn ja haastatteluiden perusteella tuottavuusmittareissa mitataan oikeaa asiaa, eli työmenekkejä ja työkuukustannuksia, ja tuottavuusmittareissa on riittävästi mahdollisuuksia yksilöidä erilaisia työtapoja, työmaita ja rakennuskohteita. Tuottavuusmittareiden toimivuutta testattiin toisella seuratulla työmaalla ja testin perusteella voidaan sanoa tuottavuusmittareiden myös vastaavan todellisuutta erittäin hyvin. Työmaalla laskettiin seuratuksen elementtiasennustyökunnan aikaisempien tuottavuusmittausten työmenekkien perusteella kerroskohtainen elementtiasennuksen kiertoaika kyseisellä työmaalla. Tulos oli varsin tyydyttävä, laskennallinen elementtiasennuksen kierron kesto erosi toteutuneesta kierron kestosta vain muutaman tunnin koko työkunnan yhden kerroksen työtuntien osalta. Tuottavuusmittarit siis toimivat kuten niiden pitääkin, mittauksista saadaan aikaiseksi todellisuutta hyvin vastaavaa dataa työmenekkeistä ja työsaavutuksista sekä työkuukustannuksista. Tarkat työmenekkitiedot avaavat mahdollisuudet entistä tarkempien aikataulujen ja suunnitelmien luomiselle. Raportoidut työmenekkitiedot eri työmailta ja yksiköistä puolestaan mahdollistavat toiminnan kehittämisen, sekä parhaiden käytäntöjen ja toimintojen löytämisen koko kohdeyrityksen mittakaavassa.

Aikataulu tuottavuusmittausten tekemiselle on muutamasta viikosta muutamaan kuukauteen työvaiheen päättymisen jälkeen. Tuottavuusmittaukset voidaan tehdä yleisesti ottaen siinä vaiheessa, kun kaikki työvaiheen kustannukset ovat selvillä, mahdolliset työssä olleet puutteet on korjattu ja työvaiheen taloudellinen loppuselvitys on tehty.

### **6.1.1 Tuottavuusmittareiden käyttöönotto**

Tuottavuusmittarit ovat vielä verrattain uusi toimintajärjestelmä, jota ei ole otettu käyttöön joka puolella. Seuratuilla työmailla tuottavuusmittareista oli kuultu ja toisen työmaan työnjohtaja oli tuottavuusmittareihin raportin tehnytkin edellisen vuoden aikana, mutta tästä huolimatta ei voida sanoa että järjestelmä olisi ollut työmaille tuttu ja aktiivisessa käytössä. Tuottavuusmittauksia vaaditaan tehtävän vähintään kaksi kappaletta koko työmaan aikana työmaan itse valitsemista työlajeista. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, ettei tuottavuusmittauksia tehdä yhtään enempää kuin vaadittavat kaksi kappaletta. Normaalin työmaan keston ollessa vähintään yksi vuosi, eivät kaksi tehtyä tuottavuusmittausta muodostu osaksi normaalia työntekoa, vaan mittausraporttien tekeminen joudutaan opettelemaan aina uudestaan, mikäli mittausta edes tehdään. Tällöin tuottavuusmittareita ei osata myöskään käyttää hyväksi töiden mitoittamisessa tai aikataulujen laadinnassa. Lisäksi tuottavuusmittareihin tarvitaan riittävä määrä raportteja ennen kuin mittareista aletaan saada apua työmaille töiden mitoittamiseen tai aikataulujen luontiin. Riittävän raporttimäärän saaminen voi olla mahdotonta, mikäli toiminta jätetään yksinomaan työmaiden vastuulle.

Tuottavuusmittareista on kerrottu työmaille muun muassa sähköpostin välityksellä, mutta tämä ei ole ollut hedelmällinen tapa jakaa tietoa. Työmaatoimihenkilöille tulee päivittäin niin suuri määrä sähköpostia, että niistä luetaan käytännössä vain suoraan itseä koskevat ja loput jäävät huomiotta. Mikäli tuottavuusmittarit, tai muut uudet toimintajärjestelmät halutaan saada kunnolla toimintaan, tulee työmaat sitouttaa näiden tekemiseen. Oikea tapa markkinoida tuottavuusmittareita työmaille on linjaorganisaatio ylhäältä alaspäin. Aluksi toimintaan tulee sitouttaa mukaan yksiköiden tuotantopäälliköt, jotka puolestaan velvoittavat työpäälliköt viemään asiaa eteenpäin työmaille. Työpäälliköt nimeävät työmailta tuottavuusmittareista vastuulliset henkilöt, sekä sopivat mitattavat työlajit ja mittausten aikataulut työmaiden kanssa. Kyselyn ja haastatteluiden perusteella työmailla tarvittaisiin apua tuottavuusmittareiden tekemiselle, sekä opastusta niiden käyttöön ja tietojen keräämiseen ainakin alkuvaiheessa. Kyselyn vastausten perusteella neljäsosa vastaajista koki tietojen keräämisen tuottavuusmittareihin ainakin jollain tavoin haasteelliseksi. Kyselyn vastauksissa myös toivottiin erillistä kaavaketta tietojen keräämistä varten, joka kelpaisi urakkalaskennan ja tehtäväsuunnitelman liitteeksi. Tällöin tuottavuusmittareita varten

kerättävä tieto olisi valmiina olemassa, eikä mittausta varten tarvitsisi tehdä erillistä laskelmia.

Tuottavuusmittareiden ottaminen aktiiviseen käyttöön on haastavaa, mutta yhtenä ratkaisuna tähän toimisi yksiköiden sisäinen keskitetty raportointi. Tällöin jokaisen yksikön sisällä olisi yksi henkilö, joka keräisi tarvittavat tiedot TAS:ista sekä työmaiden vastuuhenkilöiltä ja lisäisi tuottavuusmittausraportin raportointijärjestelmään. Tällöin yksikön sisäinen vastuuhenkilö olisi kaiken aikaa tekemisissä tuottavuusmittareiden kanssa, jolloin ne muodostuisivat myös osaksi jokapäiväistä työntekoa, eikä jokaista mittausta tarvitsisi opetella aina uudestaan. Yksikön sisäinen vastuuhenkilö myös olisi paremmin perillä tuottavuusmittareiden nykytilasta ja olisi tämän perusteella paremmin perillä siitä, mistä työlajeista raporttia tarvitaan. kohdeyrityksen johtamisjärjestelmänä toimivaa tulosjohtamista voisi myös käyttää hyväksi tuottavuusmittausten käyttöön oton tehostamisessa. Mikäli jokaisella työmaalla yhden työnjohtajan tai työmaainsinöörin yhdeksi tulostavoitteeksi kirjattaisiin tarvittava määrä tuottavuusmittauksia, tulisi tämä toiminta myös nimetyn henkilön vastuulle.

## **6.2 Parhaiden käytäntöjen kerääminen ja jakaminen**

Parhaiden käytäntöjen kerääminen ja jakaminen onnistuu ainakin tässä tutkimuksessa tehdyllä tavalla. Prosessi alkaa parhaiden käytäntöjen etsimisellä, jonka jälkeen niihin päästään syventymään paikan päällä seurannan ja haastatteluiden avulla. Seuraavaksi vuorossa on niiden raportointi ja jakaminen.

Parhaat käytännöt on mahdollista löytää ainakin tuottavuusmittareiden perusteella, joista löydetään helposti parhaat työsaavutukset. Tämä tosin vaatii aktiivista raportointia tuottavuusmittareiden raportointijärjestelmään, jotta voidaan varmistua siitä että löydetään todellisuudessa parhaat työsaavutukset, eikä vain parhaita raportoituja työsaavutuksia. Parhaat työsaavutukset eivät sinällään vielä kerro parhaista käytännöistä, mutta suurella todennäköisyydellä tuottavuudeltaan parhaat työkunnat tekevät työnsä myös parhaiden käytäntöjen mukaan. Parhaiden käytäntöjen löytymisen jälkeen ne tulee tunnistaa. Tunnistaminen tapahtuu työmaaseurantojen ja haastatteluiden aikana, jolloin selvitetään työntekijän tai työkunnan tavat tehdä töitä. Lisäksi työntekijöiden annetaan omin sanoin kuvailla tekemäänsä työtä, sekä kertoa työnsä onnistumisista ja ongelmakohdista. Myös työnjohdon näkemys seurattusta työajasta ja työkunnasta tai työntekijästä kannattaa kuunnella. Työmaaseurantojen yhteydessä seurattu työajasta dokumentoidaan valokuvien, videon ja esimerkiksi mittauksien joiden avulla voidaan vertailla työn eri vaiheisiin kuluneita aikoja. Tämän jälkeen seurannasta ja haastatteluista koostetaan raportti, jossa selvitetään tehokkuuden taustat. Lopuksi parhaimmat käytännöt tulee vielä jakaa muille samaa työtä tekeville.

Haastatteluissa kysyttiin työntekijöiltä ja työnmaatoimihenkilöiltä heidän mielipidettään parhaiden käytäntöjen jakamiseen. Työnmaatoimihenkilöiden mukaan esimerkiksi erikoisjoukkokoulutukset olivat oiva tilaisuus kehittää toimintaa ja tulokset siitä ovat nähtävissä kyseisellä työmaalla työskennelleen työkunnan toiminnassa. Sekä työntekijät että työnmaatoimihenkilöt olivat melko yksimielisiä siitä, että sähköinen tiedonkeruujärjestelmä olisi omiaan parhaiden käytäntöjen keräämiseen ja niiden jakamiseen. Työntekijät ehdottivat lisäksi erilaisia ammattipäiviä, joihin osallistuisi valitun työlahin työnjohtajia ja työntekijöitä, jotka yhdessä vertailisivat omaa toimintaa muiden toimintoihin. Haastatteluiden perusteella työntekijöillä olisi ainakin halua kehittyä työssään ja kehittää toimintaa parempaan suuntaan.

Parhaiden käytäntöjen keräämistä varten tulisi perustaa sähköinen projektipankki, tai eräänlainen kohdeyrityksen sisäinen sosiaalinen media, jossa olisi mahdollista jakaa kuvia ja videoita sekä työselostuksia hyvistä työtavoista. Näiden lisäksi olisi tietenkin mahdollista myös esittää kysymyksiä muille samaa työtä tekeville ammattilaisille. Mikäli tällainen järjestelmä luotaisiin, tulisi sen käytön olla mahdollisimman helppoa ja myös työntekijöiden, eli eri työlahien todellisten asiantuntijoiden, tulisi päästä järjestelmään tutkimaan ja tuottamaan sisältöä. Järjestelmään pääsyn helpottamiseksi tulisi myös työntekijöillä olla työmaalla käytössään tietokone esimerkiksi taukotiiloissa, jolloin esimerkiksi taukojen yhteydessä olisi mahdollista tutustua järjestelmään ja sen sisältöön. Tällöin olisi mahdollista että järjestelmä myös saisi aktiivisia käyttäjiä työmaan puolelta.

Parhaiden käytäntöjen jakamiseen haastatteluissa ehdotettiin sähköisen projektipankin lisäksi eräänlaisia ammattipäiviä, joissa tietoa olisi mahdollista jakaa suoraan ammattilaiselta ammattilaiselle. Ammattipäiville kokoontuisi saman työlahin työntekijöitä tai työkuuntien edustajia, sekä työnjohtoa keskustelemaan omista töistään ja vertaamaan omia työtapoja muiden työtapoihin. Tällaiset ammattipäivät olisi hyvä järjestää esimerkiksi erikoisjoukkokoulutuksen yhteydessä. Eräänlaisia ammattipäiviä on haastateltujen mukaan jo kokeiltukin, mutta silloin kokeilu kaatui siihen, ettei kukaan juuri kertonut omista työtavoistaan ja jokainen oli asennoitunut siten että oma tapa on paras tapa tehdä töitä, jolloin muilta oppiminen ei luontevasti onnistu. Onnistuakseen ammattipäivät vaatisivat osallistujilta omien työtapojen dokumentointia etukäteen, jotta jokainen osallistuja voisi esittää omat tapansa tehdä töitä. Tuottavuusmittareiden mittaustuloksien esittely puolestaan näyttäisi osallistujille sen, kuinka paljon samankaltaisilla työmailla samojen työlahien työsaavutukset vaihtelevat. Tämän kautta olisi mahdollista esittää osallistujille eri työtapojen vaikutukset työntekoon ja todeta se, että kehittymisen mahdollisuuksia on jokaisella, eikä jokaisen oma työskentelytapa olekaan välttämättä se ainoa oikea ja ainoa mahdollinen tapa.

### 6.3 Työurakointi ja työurakointikonsepti

Työurakointi on yksi tapa kohottaa työn tuottavuutta. Kyselyn ja haastatteluiden perusteella työurakointi on kannattavaa sekä työnantajalle että työntekijälle. Työntekijää työurakointi motivoi tekemään työnsä paremmin ja tuottavammin, koska omalla työn teolla on suoraa vaikutusta omaan palkkaan. Työnantaja puolestaan hyötyy siitä, että työntekijät tekevät työnsä parhaalla mahdollisella tavalla, jolloin työt etenevät paremmin, niitä on helpompi ennustaa ja saadaan työt tehtyä pienemmillä resursseilla jolloin säästetään kustannuksissa aikataulun ja palkkojen kautta. Työurakointi vaikuttaa myös työmaatoimihenkilöihin ja heidän työskentelyynsä. Haastatteluiden perusteella urakalla työtä tekevät työntekijät ovat itse ohjautuvampia verrattuna pelkällä tuntipalkalla työskenteleviin työntekijöihin ja samalla työntekijät vaativat työnjohtoa tekemään työnsä paremmin, ettei urakkatöihin aiheudu katkoksia työnjohdosta aiheutuvista syistä. Tämä puolestaan kehittää toimintaa työmaan edetessä, kun työnjohto ja työntekijät oppivat tuntemaan toisensa, toistensa työskentelytavat ja puutteet.

Tutkimuksessa seurattiin muun muassa kohdeyrityksen työsaavutuksiltaan tehokkainta elementtiasennustyökuntaa. Kyseinen työkunta oli pysynyt pitkään kasassa ja erikoistunut yhteen työläjiin, eli elementtiasentamiseen. Työn tuottavuuden taustalla olivat juuri nämä kaksi asiaa: pitkä yhdessä olo ja erikoistuminen. Erikoistuminen yhteen työläjiin mahdollistaa työkunnalle erilaisten työtapojen kokeilun ja vertailun, jolloin on mahdollista etsiä kaikkein tehokkaimmat tavat työskennellä. Samalla on mahdollista kehittää kyseisen työläjin toimintaa aina vaan paremmaksi ja paremmaksi. Ryhmän pitkä yhdessä työskentely puolestaan auttaa ryhmän yksilöitä oppimaan juuri kyseisessä ryhmässä työskentelyä. Tällöin jokainen ryhmän jäsen pystyy auttamaan muita ryhmän jäseniä tarpeen tullen ja työtaakkaa voidaan tasapainottaa siten, ettei toimintaan synny pullonkauloja tai niihin ainakin voidaan varautua ennalta. Suurimmissa yksiköissä työmaita on niin paljon, että se mahdollistaa yhteen työläjiin erikoistuneet työkunnat. Pienemmissä yksiköissä puolestaan yhtä työvaihetta ei riitä läpi työvuoden, jolloin yhteen työläjiin erikoistuminen ei ole mahdollista. Lisäksi rakennustyö on niin monimuotoista työtä, ettei työmaata yleensä voida tehdä valmiiksi pelkkien erikoistuneiden työkonttien ja työntekijöiden voimin valmiiksi. Tällöin tulisi perustaa niin sanottuja monitoimityökuntia, jotka tekisivät työmaan kaikkia työläjeja ja pysyisivät työmaalla alusta loppuun, jonka jälkeen siirtyisivät työkonttina seuraavalle työmaalle. Tämä mahdollistaisi työkunnan kehittymisen ryhmänä ja veisi rakennustyötäkin edes hieman teollisuustyönteon suuntaan, jossa työntekijät pysyvät pääsääntöisesti samoilla työpisteillä tuttujen työntekijöiden parissa.

Työurakointiaste vuoden 2013 jälkimmäisellä puolikkaalla oli noin 25% kohdeyrityksen talonrakentamisen yksiköissä, joka samalla tarkoittaa sitä että suurin osa töistä tehdään vielä muilla tavoin kuin urakalla. Työurakoinnin seurauksena yksikköhinnat ovat usein korkeampia, mutta kokonaiskustannukset paremman tuottavuuden takia pienempiä. Myös haastatteluiden ja kyselyn perusteella työurakointi olisi kannattavin tapa tehdä töitä. Tämän perusteella työurakointiastetta tulisi nostaa. Haastatteluiden perusteella työurakointi on työntekijöistä lähtöisin olevaa toimintaa. Työntekijöiden täytyy itse osoittaa halukkuutta työurakointiin ja itse kysyä mahdollisuutta tehdä töitään urakalla, eikä työurakoita tulla työnjohdon puolelta yleisesti ottaen ehdottamaan työntekijöille. Tällöin työurakoita ei myöskään tehdä, mikäli työntekijä ei itse aktiivisesti pyydä mahdollisuutta niiden tekemiseen.

Haastateltujen työntekijöiden mielestä suurimmat ongelmat työurakointiin liittyen olivat työurakoita tekevien työntekijöiden ikä ja uusien työntekijöiden innostaminen urakointiin ja heidän mukaanotto jo olemassa oleviin työkuntiin. Haastatteluiden perusteella tulevana vuosina pitkään yhdessä olleita kokeneita työkuntia tulee hajoamaan työntekijöiden eläkkeelle siirtymisen takia, jolloin tilalle tarvitaan uusia työntekijöitä. Uusien työntekijöiden mukaanotto työkuntiin kuitenkin laskee työkunnan työsaavutuksia ainakin hetkellisesti, ennen kuin uusi työntekijä pääsee kunnolla mukaan toimintaan. Haastatellut työntekijät ehdottivat esimerkiksi uusien työntekijöiden asteittaista mukaan tuloa työkuntaan. Tällöin esimerkiksi ensimmäisessä kohteessa uusi työntekijä olisi urakassa mukana 50 % panoksella jolloin uuden työntekijän opettaminen ja perehdyttäminen ei laskisi työkunnan urakkakorvausta. Uudelle työntekijälle tämä avaisi mahdollisuuden päästä mukaan työkuntaan ja samalla vanhoilta työntekijöiltä saataisiin siirrettyä kokemuksen mukanaan tuomaa oppia uudelle sukupolvelle ja täten saataisiin myös jatkuvuutta toimintaan. Uusien työntekijöiden innostaminen työurakointiin oli haastateltujen mukaan muutenkin haastavaa. Työurakoita usein ”pelätään”, joka voi johtua joko siitä, ettei tiedetä oman osaamisen tasoa tai ei tiedetä yleisiä asioita työurakoista, kuten mekanisme miten työurakoita voi lähteä tekemään tai miten työsaavutuksia mitataan. Työurakointiin järjestetään koulutusta YIT:n erikoisjoukkojen alla, mistä ainakin haastatellut antoivat hyvää palautetta ja tätä kautta työurakoinnista olisikin hyvä levittää tietoa entistä laajemmalle työntekijäkunnalle.

### 6.3.1 Työurakointikonsepti

Työurakointikonsepti muodostaa kohdeyrityksen työurakoiden pohjan ja määrittää muun muassa työurakoissa tehtävät työt. Työurakointikonseptin mukainen työurakan työsisältö vastaa ainakin elementtiasennuksessa pääosin hyvin todellista elementtiasennusurakkaa. Haastatteluiden mukaan ideaalitulanteessa ideaalityömaalla todellinen elementtiasennusurakka on työvaiheiltaan täysin vastaava kuin työurakointikonseptissa mainittu elementtiasennusurakka. Vähänkin erikoisemmissa

kohteissa yleistä kuitenkin on, että konseptiin joudutaan tuomaan jonkin verran työmaasta riippuvia lisätöitä.

Elementtiasennustyökunnalla on työmaan nosturi käytössä koko työvaiheen ajan, joten toisella seuratuista työmaista elementtiasennusurakkaan oli lisätty myös nostotyöt. Työntekijöiden mukaan tämä on luonnollinen lisä työurakointikonseptin mukaiseen työsisältöön, koska yksi työkunnan työntekijöistä hoitaa elementtien nostot alhaalta ja muut ottavat elementtiasennukseen liittyvät nostot vastaan holvilla. Tällöin myös muut nostot holville hoituvat elementtiasennuksen ohessa käytännössä ilman ylimääräistä työtä. Samalla elementtiasennustyökunnalle ei aiheudu muiden nostoista taukoja, vaan töitä voidaan viedä kaiken aikaa eteenpäin.

Myös työnjohdon haastatteluiden mukaan työurakointikonsepti vastaa todellista tilannetta ainakin elementtiasennusurakoiden puolesta. Työnjohto tosin mainitsi ongelmaksi sen, että silloin tällöin työntekijöiden osaaminen on puutteellista, eikä kaikkia työurakointikonseptin mukaisia työvaiheita voida tämän vuoksi teettää työtä suorittavalla työkunnalla. Työurakointikonsepti on kokonaisuudessaan kuitenkin toimiva ja sisällöltään oikea työurakoinnin tehtäväluettelo.

## 6.4 Elementtiasennus

Tutkimuksessa keskityttiin työmaatoiminnan puolella elementtiasennukseen. Elementtiasennuksia seurattiin kahdella eri työmaalla. Toinen seuratuista työkunnista edusti työsaavutuksiltaan kohdeyrityksen tehokkainta elementtiasennustyökuntaa ja toinen tuottavuusmittareiden perusteella keskiarvotyökuntaa. Molemmat seurannat tehtiin talviolosuhteissa ja molemmat työmaat olivat elementtiasennuksen osalta keskenään samankaltaisia ja saman kokoisia. Työsaavutuksiltaan tehokkain työkunta oli työskennellyt yhdessä erittäin pitkään ja kehittänyt omaa työskentelyään ja työtapojaan aikojen saatossa erittäin korkealle tasolle.

Suurin tutkimuksessa havaittu asia elementtiasennukseen liittyen oli työsaavutuksiltaan parhaan työkunnan työtapo. Työkunta teki elementtiasennuksen märkäasennuksena, eli työkunta saumasi muun työn ohessa asentamansa elementit. Märkäasennukseen kuului myös ontelolaattojen märkäasennus, eli ontelolaatat asennettiin suoraan alusmassan päälle. Seinäelementtien pystysaumot valettiin umpeen kerroksen valmistuttua ja elementtien alasaumat rapattiin umpeen työn edetessä. Tästä seuraa kaksi etua kokonaisuutta ajatellen: työn laatu sekä yhden työvaiheen ja aliurakoitsijan pois jäänti. Saumat valetaan muottia vasten, joten niiden valupinta ei eroa seinäelementin pinnasta juuri lainkaan, jolloin myöskään etuputsitöitä ei yleensä tarvitse tehdä. Pumpatut saumat puolestaan vaativat usein vähintään yhtä lisätäyttöä pohjatasoiteella ennen seinien tasoittamista. Työkunnan saumatessa elementit itse, työmaalle ei myöskään tarvitse

tilata erillistä pystysaumapumppaus aliurakoitsijaa, jolloin yksi työvaihe ja yksi aliurakoitsija jää kokonaan pois. Tämä puolestaan säästää sekä aikaa että rahaa.

Elementtien märkäasennus on helposti toteutettavissa. Ontelolaatta-asennuksessa märkäasennus ei aiheuta lisää aikaa juuri lainkaan ja seinäelementtiasennuksissakin pystytään lisätyöt sisällyttämään melko helposti muihin töihin. Elementtien märkäasennukseen liittyy monta pientä työkunnan kehittämää työskentelytapaa ja apuvälinettä, mutta se on lopulta kuitenkin yksinkertainen tapa tehdä elementtiasennusta ja on mahdollista toistaa jokaisella suomen työmaalla, joilla rakennetaan täyselementtitaloja. Tämän perusteella on helppo suositella kyseisen työtavan käyttöönottoa myös muilla työmailla.

## **6.5 Työn tuottavuuden kehittäminen**

Parhaiden käytäntöjen löytäminen ja käyttöönotto yhdistettynä työurakointiin, sekä työn tuottavuuden mittaamiseen ja parhaiden käytäntöjen dokumentointiin ja jakamiseen mahdollistaisi itseohjautuvan ja itseään kehittävän pohjan työn tuottavuuden kehittämiseen.

Parhaiden käytäntöjen käyttöönotto eri työlajeissa parantaa tuottavuutta, kun samat työt voidaan tehdä tuottavammalla tavalla. Työurakoita tekevät työntekijät olivat ainakin haastatteluiden perusteella kiinnostuneita oman työnsä kehittamisestä tuottavammaksi, joka samalla toisi mukanaan paremman korvauksen työstä palkan riippuessa työsaavutuksista. Tuottavuusmittareiden avulla puolestaan oli mahdollista löytää työsaavutuksiltaan parhaat työkunnat ja työntekijät, jotka oletettavasti tekevät työnsä parhaiden käytäntöjen mukaan. Mikäli työntekijöillä olisi kohdeyrityksen sisäinen kanava, eräänlainen sisäinen sosiaalinen media, jossa he voisivat verrata omia työtapojaan muiden työtapoihin, esitellä omaa työtapaansa ja mahdollisia työtä helpottavia innovaatioitaan, sekä kysyä tarvittaessa apua omiin töihinsä, olisi työn tuottavuuden kehittäminen mahdollista myös työntekijöiden keskuudessa ilman ulkopuolista ohjausta. Tällaisen järjestelmän tulisi olla käytettävissä myös työpäivän aikana esimerkiksi taukojen yhteydessä, jotta sen käytöstä muodostuisi osa jokapäiväistä työntekoa. Tämä tarkoittaisi samalla sitä, että taukoihiin tulisi hankkia tietokoneet työntekijöiden käyttöön.

## **6.6 Työn onnistuminen ja tulosten arviointi**

Työn tavoitteina oli tutustua kohdeyrityksen nykytilaan tuottavuuden mittaamisen ja kehittämisen osalta, testata ja tarvittaessa kehittää tuottavuusmittareita, kehittää työn



tuottavuutta ja luoda käytännön työkaluja tuottavuuden mittaamis- ja kehittämiskulttuurin tueksi.

Työn tuloksia käsiteltiin aikaisemmin tässä luvussa ja niiden perusteella työn voidaan katsoa pääsääntöisesti vastaavan asetettuja tavoitteita. Tutkimuksessa selvitettiin tuottavuuden mittaamisen ja kehittämisen nykytilaa kohdeyrityksessä haastatteluiden ja kyselyn avulla. Tuottavuusmittareita testattiin käytännössä ja niiden todettiin toimivan ja vastaavan todellisuutta kuten pitääkin, eikä tästä syystä niille nähty olevan kehitystarvetta. Tutkimuksen toteutuksessa käytettiin erästä mahdollista toimintamallia (sisäinen benchmarking) työn tuottavuuden kehittämiseksi. Tuottavuusmittareiden avulla etsittiin työsaavutuksiltaan parhaita työkuntia, joiden työskentelyä seurattiin ja dokumentoitiin työmailla. Työmaaseurantojen yhteydessä tehtyjen haastatteluiden aikana työntekijöiden annettiin lisäksi kertoa vapaasti omasta työskentelystään, haasteistaan ja onnistumisistaan. Haastatteluiden ja seurannan tarkoituksena oli selvittää kyseisten työ kuntien ja työtapojen tehokkuuksien syitä ja taustoja, eli sitä miksi kyseiset työ kunnat erottuvat edukseen tuottavuusmittareissa ja kerätä materiaalia näiden työtapojen jakamiseen muille samaa työtä tekeville.

Tutkimuksessa ei varsinaisesti luotu uusia työkaluja tuottavuuden mittaamis- ja kehittämiskulttuurin tueksi, vaan todettiin tuottavuusmittareiden toimivan ja sieltä olevan mahdollista etsiä työsaavutuksiltaan parhaita työkuntia jatkoselvitystä varten. Tutkimuksessa keskityttiin parhaiden työtapojen etsimisen osalta yhteen työalajiin, elementtiasennukseen. Elementtiasennuksen osalta tutkimuksessa löydettiin syitä siihen, miksi tuottavin työ kunta saa tehtyä elementtiasennustyön oheistöineen työsaavutuksiltaan noin kolmasosan tehokkaammin kuin keskiarvotyö kunta. Näistä asioista on tutkimuksen ohessa tuotettu koulutusmateriaalia kohdeyritykseen.

Tutkimuksen luotettavuutta arvioidessa suurimpana rajoitteena voidaan pitää pientä otoskokoa. Tutkimus koostui kyselystä, haastatteluista ja työmaaseurannoista. Kysely lähetettiin noin kolmellesadalle kohdeyrityksen toimihenkilölle ja vastauksia kyselyyn tuli kokonaisuudessaan 31 kpl. Kysely toimi pohjana haastatteluille, jotka tehtiin osittain kyselyn vastauksien perusteella. Haastatteluja tutkimuksessa tehtiin työmaaseurantojen yhteydessä viisitoista, joista kuusi haastateltua olivat työmaatoimihenkilöitä ja yhdeksän työntekijöitä. Haastatteluiden otanta on pieni, mutta haastatteluissa esille nousseet asiat tukivat kyselyssä esille tulleita vastauksia ja täten myös haastatteluiden tuloksia voi pitää luotettavina. Varsinkin työmaaseurantojen osalta otanta on hyvin pieni, elementtiasennukseen liittyen vain kaksi kappaletta. Kohteista toinen valikoitui kyseisellä työmaalla työskennelleen työ kunnan perusteella ja vertailukohde puolestaan työmaiden samankaltaisuuden perusteella. Ensimmäisen seurannan tarkoituksena oli seurata työsaavutuksiltaan parasta kohdeyrityksen elementtiasennustyö kuntaa. Pienen otannan haittoja tässä tapauksessa vähentää kyseisen työ kunnan tuottavuusmittareihin tehdyt aikaisemmat tuottavuusmittaukset, jotka vastasivat lähes täysin kyseisen

seurannan aikana tehtyjä mittauksia. Vertailutyömaita olisi saanut olla enemmänkin, mutta aikataulusyistä se näin ei voitu tehdä. Vertailutyömaan seurannan aikana kuitenkin tuli selväksi ainakin se, mistä kyseisten kahden työkunnan erot tuottavuuksissa johtuvat, eli tältä osin saatuja tuloksia voidaan pitää paikkaansa pitävinä.

Kokonaisuudessaan tutkimusta tulosten osalta voidaan pitää melko onnistuneena. Suurimpaan osaan tutkimuksen tavoitteista pystyttiin joko vastaamaan tai toteamaan nykytilan olevan hyvä.

## **6.7 Jatkotutkimukset**

Tutkimuksessa vietiin läpi työn tuottavuuden kasvattamiseksi prosessi, jossa etsittiin kohdeyrityksen työsaavutuksiltaan parhaat työkunnat, jotka oletettavasti myös tekevät työnsä tuottavammalla tavalla kuin muut kyseistä työtä tekevät työkunnat. Kyseisten työ kuntien etsimisen ja löytämisen jälkeen heidän työskentelyään ja työtapojaan selvitettiin sekä työmaaseurantojen että haastatteluiden avulla. Haastatteluiden ja seurantojen pohjalta etsittiin tuottavimmat tavat tehdä valittua työlajia.

Tässä tutkimuksessa keskityttiin työn tuottavuuden kehittämisen osalta elementtiasentamiseen. Työssä hyväksi käytetyissä tuottavuusmittareissa mitataan kuitenkin myös muita työlajeja kuin elementtiasennusta. Tutkimuksessa läpi käyty prosessi on helppo toistaa täsmälleen saman mallin mukaisena tutkimuksena myös muita työlajeja koskien. Tässä tutkimuksessa löydettiin mahdollisuuksia elementtiasennustyön tuottavuuden kasvattamiseen ja tämän vuoksi olisi erittäin suotavaa tehdä vastaavanlainen tutkimus koskien myös muita mitattavia työlajeja.

Tutkimuksessa esille tulleita tuottavimpia työtapoja viedään työmaille työntekijöiden koulutuksen kautta. Työtapojen muuttaminen on hidas prosessi ja sen vuoksi olisi suotavaa myös tehdä pidemmän aikavälin seuranta elementtiasentamisen tuottavuuden kehityksestä. Tällöin olisi mahdollista nähdä onko tutkimuksessa esille tulleet asiat vaikuttaneet tuottavuuteen lainkaan. Ja mikäli muutosta on tapahtunut, voidaan koulutusta muokata muutoksen suunnan mukaisesti.

## LÄHTEET

Alvar, A. 2010. Rakennusalan taloustaantumien 2009 - 2012 vertailu talouslamaan 1990 – 1994. Rakentajan kalenteri 2010. Rakennustietosäätiö RTS, Rakennustieto Oy, Rakennusmestarit ja insinöörit AMK RKL ry. [WWW] saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/631CStSjs%3A%2447%24RK100701%2446%24pdf/RK100701.pdf>

Artto K., Martinsuo M., Kujala J., 2006. Projektiliiketoiminta. 2. painos. Helsinki. WSOY Oppimateriaalit Oy. 417 s.

Brax, S. 2007 Palvelut ja tuottavuus. Teknologia katsaus 204/2007. Tekes. [WWW] [Viitattu 16.02.2013] Saatavissa: [http://www.tekes.fi/julkaisut/Palvelut\\_ja\\_tuottavuus.pdf](http://www.tekes.fi/julkaisut/Palvelut_ja_tuottavuus.pdf)

Elementtirakentamisen historia. [WWW]. [viitattu 27.3.2014]. Saatavissa: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/valmisosarakentaminen/elementtirakentamisen-historia>

European Association of National Productivity Centres (EANCP). Productivity – the high road to wealth. 2005. Memorandum. Brussels. 32 p.

Gcse economics – specialisation and the division of labour. [WWW]. [viitattu 18.3.2014] Saatavissa: [http://www.tutor2u.net/economics/gcse/revision\\_notes/basics\\_specialisation.htm](http://www.tutor2u.net/economics/gcse/revision_notes/basics_specialisation.htm)

Hofstrand, D. Understanding Profitability. [WWW] [Viitattu: 23.02.2014] Saatavissa: <https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c3-24.html>

Kaitila, V., Mankinen, R., Nikula, N. 2006. Yksityisten palvelualojen kansainvälinen tuottavuusvertailu. ETLA Discussion Papers 1043. 62 s. [WWW] [viitattu: 11.02.2014]. saatavissa: <http://www.econstor.eu/handle/10419/63967>

Kankainen, J. & Junnonen, J-M. 2004. Rakennuttaminen. 2. painos. Helsinki. Rakennustieto Oy. 101 s.

Kiviniemi, M., Alenen, T., Talonrakennusalan tuottavuusmittarit. Espoo 1996. VTT Tiedotteita 1733. 42 s.

Kestävä kivitalo. [WWW]. [viitattu 22.03.2014]. Saatavissa: [www.kivitalo.fi/runkosuunnittelu/alustavan-mitoituksen-kaeyraestoet/11-muuratut-](http://www.kivitalo.fi/runkosuunnittelu/alustavan-mitoituksen-kaeyraestoet/11-muuratut-)

rakenteet/muuratut-rungot-ja-vaeliseinaet/8-ohutsaumamuuraus-saeastaeae-laastia-ja-tyoetae.html

Koskela, L., Koskenvesa, A. 2003. Last Planner – tuotannonohjaus rakennustyömaalla. Espoo. VTT tiedotteita – research notes 2197. 106 s.

Koskenvesa, A., Sahlsted, S. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Helsinki. Talonrakennusteollisuus ry. Rakennustietosäätiö RTS. Rakennustieto Oy. Rakennustuotanto- kirjasarja. 143 s.

Koskenvesa, A. Rakennustyön tuottavuus 1975 – 2010. In: Junttila, A., Rautiola, M., Autio, A., Hatakka, K., Kukko, H., Kurnitski, J., Laamanen, P., Markku, S., Koskenvesa, A., Heloma, T., Laine, S. Rakentajan Kalenteri 2011. Hämeenlinna 2010 Rakennustieto Oy. s 138-146.

Käpylä, J., Jääskeläinen, A., Seppänen, S. K., Vuolle, M. & Lönnqvist, A. 2008. Tuottavuuden kehittäminen Suomessa. Haasteet ja tutkimustarpeet. Helsinki, Työsuojelurahasto, Työsuojelurahaston selvityksiä 1:2008. 136 s.

Lakka, A. Rakennustyömaan tuottavuus. Tampere 2004. VTT Working Papers. 40 s. [WWW] [Viitattu: 15.4.2014] Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2004/W11.pdf>

Lindberg, R. Koskenvesa, A. Sahlstedt, S. 2013. Ratu KI-6023. Aikataulukirja 2013. Rakennustieto. Talonrakennusteollisuus ry. Rakennustuotanto- kirjasarja. 376 s.

Maliranta, M., Hannula, M., Väänänen, H., Koivula, A., Aaltonen, P. Ventä, M., Hakonen, N. Vainio, P. Hyötyläinen, R., Kuivalainen, R. Saari, J., Salminen, A., Mattila, V. Hytönen, E., Visti, A., Liukkonen, P., Rehnström, P. Tuottavuus tänään, Tuottavuudella tulevaisuuteen kirjasarja. Helsinki 1998. Kauppakaari Oy. 120 s.

Noponen, S. 2014. Rakentamisen laatu tyssä usein hintaan ja kiireeseen. Taloussanomat. [WWW] [viitattu 7.4.2014] Saatavissa: <http://www.taloussanomat.fi/rakentaminen/2014/04/04/terveisia-rakennuksilta-sannataan-ja-rynnataan-ja-sittenohhoh/20144883/12>

Näsi, S. 1983. Tuottavuus yrityksen kilpailukyvyn taustatekijänä. Tampereen yliopisto, yrityksen taloustieteen ja yksityisoikeuden laitoksen julkaisuja. Sarja A3: työpapereita 5. 28 s.

Pekkanen, J., Jämsä, H., Olkkola, J., Salo, T., Marttila, M., Karonen, T., Reen, J., Kinnunen, H., Pajakkala, P. 2006. Kiinteistö- ja rakennusalojen tuottavuus –esitutkimus

4/2006. VTT [WWW] [Viitattu 20.02.2014]. Saatavissa:  
[http://www.asuntotieto.com/INFRA2010/Aineisto/Tuottavuus/Tuottavuus-ProReal%20%2026\\_4\\_2006.pdf](http://www.asuntotieto.com/INFRA2010/Aineisto/Tuottavuus/Tuottavuus-ProReal%20%2026_4_2006.pdf)

Pennanen, A. Talonrakennushankkeen hallinta ohjelmointi- ja suunnitteluvaiheessa. Suunnittelun ohjaus rakennushankkeessa. Tampere. Tampereen teknillisen yliopiston rakennustekniikan laitos. Luentomateriaali 2013-2014. 49 s.

Rajamäki, P. 1982. Tuottavuuden kehittäminen. Hämeenlinna. Rationalisointiliitto ry. 239 s.

Rakennustieto. [WWW] [Viitattu 24.03.2014] Saatavissa:  
<http://www.rakennustieto.fi/index/tuotteet/ryl.html>

Ratu-flow. Mittaviiva oy. [WWW]. [Viitattu 24.3.2014]. Saatavissa:  
<http://www.mittaviiva.fi/ratufLOW/index.html>

RT 16-10660. Rakennusalan yleiset sopimusehdot YSE 1998. Ohjetiedosto. Rakennustieto Oy. Suomen toimitila ja rakennuttajaliitto RAKLI ry. Rakennustietosäätiö. 19 s.

Stratox yrityspalvelut Oy. Tuottavuuden määritelmä. [WWW]. [viitattu 16. 12.2013]. Saatavissa: <http://www.stratox.fi/?p=384>

Salminen, J. Työmaan suorituskykymittari: työkalu rakennusurakoitsijan sisäiseen ja ulkoiseen benchmarkingiin. Helsinki 2000. Rakennusteollisuuden keskusliitto. 63s

Teollinen valmisosarakentaminen [WWW]. [Viitattu 22.03.2014]. Saatavissa:  
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/valmisosarakentaminen>

Teriö, O. 2002. Betonirakentamisen esivalmistusasteen nosto. Tampere. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. 68 s.

Tilastokeskus. 2012. Tuottavuustutkimukset. [WWW]. [Viitattu: 15.3.2014]. Saatavissa:  
<http://www.stat.fi/til/ttut/tau.html>

Uusi-Rauva, E. Tuottavuus – mittaa ja menesty. Vantaa 1996. Tuottavuudella tulevaisuuteen kirjasarja. 296s.

YIT Oyj. 2014. Tietoa YIT:stä. [WWW] [Viitattu 10.4.2014] Saatavissa:  
[http://www.yit.fi/yit\\_fi/Tietoa\\_YITsta/sijoittajat/YITsijoituskohteena/strategia/Toiminta-ajatus](http://www.yit.fi/yit_fi/Tietoa_YITsta/sijoittajat/YITsijoituskohteena/strategia/Toiminta-ajatus)

YIT vuosikertomus 2013. [WWW] [Viitattu 27.04.2014] Saatavissa:  
<http://vuosikertomus2013.yit.fi/fi>

## Liite 1: Työnjohdon haastattelupohjat

### Työurakointi

1. Mistä urakkahinta muodostuu? Mistä urakan kesto muodostuu? Miten sovitte urakan kestot ja kustannukset työkunnan/ työntekijän kanssa?
2. Työurakointikonsepti. Eroaako urakoiden sisältö työurakointikonseptin sisällöstä?
3. Tuleeko työurakassa paljon odotusaikoja? Eli aikoja, kun ”kaikki” urakkaan kuuluvat tehtävät, joita pystytään tekemään on tehty, eikä seuraavaa vaihetta vielä päästä tekemään. Kuinka paljon tällaisia hetkiä on?
4. Mitä muuta silloin voisi tehdä? Muita valmistelevia töitä? Jotain muuta minkä voisi ottaa mukaan työurakkaan?
5. Miten työurakointia mielestänne voisi/ pitäisi kehittää?

### Mittaaminen ja kehittäminen

1. Miten työntekijöiden töitä valmistellaan työnjohdon toimesta etukäteen? (viikkosuunnitelmat henkilötasolla, viikkosuunnitelmat töiden mukaan?)
2. Millä tavoin työntekoa seurataan? (työntekijöiden osalta päiväkohtaisesti, tuntikohtaisesti?)
3. Miten hyödynnätte omaa seurantaa?
4. Miten työn tuottavuutta mitataan?
5. Mitkä ovat työnjohdon roolit työn tuottavuuden mittaamisessa?
6. Koetteko mittaamisesta olevan hyötyä? Miksi?
7. Miten tuottavuutta kehitetään? Mikä on työnjohdon rooli tuottavuuden kehittämisessä? Oletteko miettineet miten esim. yksittäistä urakkaa saisi nopeutettua? Miten urakkaryhmän tuottavuutta voisi kasvattaa?
8. Miten käytätte hyväksi edellisten työmaiden kokemuksia? (toteumatietoa, vastaan tulleita ongelmia, aikaisemmin opittuja asioita?) Käydäänkö näitä asioita läpi esim. aloituspalaverissa?
9. Ovatko laskennan tiedot oikeat? Osuvatko töiden kustannukset ja kestot oikeaan? Mitkä työlajit eivät vastaa laskettuja kestoja tai kustannuksia?
10. Mitkä ovat työntuottavuutta heikentäviä asioita? Mitkä ovat toistuvia häiriöitä tuottavuudelle?
11. Mitä ratkaistuja, aikaisemmin toistuvia ongelmia/ häiriöitä on ollut? Miten ne on ratkaistu?
12. Muuta tuottavuuden kehittämisestä? Vapaa sana.

### Vahvuudet ja heikkoudet

1. Mitkä ovat työnjohdon näkökulmasta kyseisen urakkaryhmän vahvuudet?
2. Mitkä ovat työnjohdon näkökulmasta kyseisen urakkaryhmän heikkoudet?
3. Missä asioissa yleisesti tarvittaisiin tukea/koulutusta?

**Tuottavuusmittarit**

1. Onko tämä mielestänne oikea tapa mitata tuottavuutta? (menekkien kautta) Miksi?
2. Miten muuten tuottavuutta voisi mielestänne mitata?
3. Miten tämä tieto auttaa kehittämään toimintaa?
4. Mistä asioista tarvitsette itsellenne tietoa? (kehittymisen avuksi, koskien oman ryhmän toimintaa)
5. Mikä olisi omasta mielestänne paras tapa jakaa tietoa parhaista työskentelytavoista?



## Liite 2: Työntekijöiden haastattelupohjat

### Työurakointi

1. Millä tavoin laskette oman työurakkanne? Millä lähtötiedoilla urakan laskette?
2. Työurakointikonsepti. Eroaako urakkanne sisältö työurakointikonseptin mukaisista tehtävistä?
3. Tuleeko työurakassa hetkiä, jolloin joudutaan odottamaan uutta suoritusta, eli ”kaikki” työt on tehty. Kuinka paljon tällaisia hetkiä on?
4. Mitä muuta silloin voisi tehdä? Muita valmistelevia töitä? Jotain muuta minkä voisi ottaa mukaan urakkaan?
5. Miten työurakointia voisi mielestänne kehittää?

### Mittaaminen ja kehittäminen

1. Millä tavoin seuraatte/mittaatte omaa työntekoanne ja työsaavutuksia?
2. Miten hyödynnäte omaa seurantaa?
3. Oletteko miettineet miten urakkaa saisi nopeutettua? Miten kehittäte oman työkuntanne tuottavuutta?
4. Miten hyödynnäte vanhoja kokemuksia vastaavista urakoista? Käydäänkö läpi esim. aloituspalaverissa?
5. Mitkä ovat työn tuottavuutta heikentäviä asioita? Mitkä ovat toistuvia tuottavuuden ongelmakohtia?
6. Mitä ratkaistuja ongelmia on ollut? Miten ne on ratkaistu?
7. Muuta tuottavuuden kehittämisestä? Vapaa sana.

### Vahvuudet ja heikkoudet

1. Mitkä ovat oman työkuntanne vahvuudet? Miksi ryhmänne on onnistunut pääsemään hyviin työsaavutuksiin?
2. Mitkä ovat oman työkuntanne heikkoudet? Missä asioissa tarvitsisitte koulutusta/tukea?
3. Mikä olisi omasta mielestänne paras tapa jakaa tietoa parhaista työskentelytavoista?

### Tuottavuusmittarit

1. Onko tämä mielestänne oikea tapa mitata tuottavuutta? (työmenekkien kautta)
2. Miten muuten työn tuottavuutta voisi mielestänne mitata?
3. Miten tämä tieto auttaisi kehittämään toimintanne?
4. Mistä asioista tarvitsette itsellenne tietoa? (kehittymisen avuksi, koskien oman ryhmän toimintaa)

### **Liite 3: kohdeyrityksen toimihenkilöille tehdyn kyselyn kysymykset**

- 1. Millä tavoin työmailla mitataan ja seurataan työlajien tuottavuutta? (Miten eri töihin kuluneista tunteista pidetään kirjaa? Miten työntekijöiden päivän aikana tekemiä töitä seurataan? Miten työvaiheiden etenemistä seurataan?)**
- 2. Millä tavoin tällä hetkellä mittaatte tai keräätte työlajien työmenekkitietoja työmailta?**
- 3. Mihin työmenekkitietoa käytetään ja kenelle sitä kerätään?**
- 4. Miten muuten tuottavuutta voi mitata? (muuten kuin menekkien kautta?)**
- 5. Onko mittareissa riittävästi rajoituksia? Mitä muita rajoituksia pitäisi olla? (erilaisten työmaiden erittely)**
- 6. Mitataanko tuottavuusmittareissa oikeita asioita? (Mittauksien työsisältö on sama, kuin työurakointikonseptin mukainen urakan työsisältö, eli mitataan kokonaisia työvaiheita)**
- 7. Mitä muita asioita pitäisi mitata? (mistä muista asioista tarvitaan tietoa?)**
- 8. Miten tietojen keräämistä voisi helpottaa?**
- 9. Kuinka pitkä aika työvaiheen päättymisestä kuluu tietojen keräyslomakkeen täyttämiseen? Missä vaiheessa työvaiheen päättymisen jälkeen tiedot voidaan siirtää tuottavuusmittareihin? (Onko työvaiheen päättymisen jälkeen tehtävä esim. taloudellinen loppuselvitys tms. ennen mittareiden täyttöä?)**
- 10. Kuka täyttää tietojenkeräyslomakkeen? Täytetäänkö tietojenkeräyslomakkeet jokaisella työmaalla, vai keskitetysti yksikön sisällä?**
- 11. Tiedetäänkö työmailla tuottavuusmittareista? Miten tietoisuutta voi lisätä?**
- 12. Mihin käytätte tai voisitte käyttää tuottavuusmittareissa kerättävää tietoa?**
- 13. Kenelle mitatuista tiedoista on hyötyä? (kenelle tuottavuusmittareista tulee tietoa käyttöön?)**
- 14. Vapaa sana tuottavuusmittareista**